

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
Направление подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»  
Отделение информационных технологий

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Разработка системы удаленного управления устройством регулирования напряжения трансформатора</b>

УДК 681.586-519:621.314.21.027.3

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8В4А	Прокопюк Михаил Юрьевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Ким Валерий Львович	Доктор технических наук		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения социально – гуманитарных наук	Старикова Екатерина Васильевна	Кандидат философских наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Авдеева Ирина Ивановна			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»	Погребной Александр Владимирович	Кандидат технических наук, доцент		

**ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО ОСНОВНОЙ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ  
09.03.01 «ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА», ИК  
ТПУ, ПРОФИЛЬ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ, КОМПЛЕКСЫ,  
СИСТЕМЫ И СЕТИ»**

Код результата тов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания в области информатики и вычислительной техники, достаточные для комплексной инженерной деятельности.
P2	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения инженерных задач.
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с созданием аппаратно-программных средств информационных и автоматизированных систем, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей.
P4	Разрабатывать программные и аппаратные средства (системы, устройства, блоки, программы, базы данных и т. п.) в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования.
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретация полученных данных, в области создания аппаратных и программных средств информационных и автоматизированных систем.
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные программно-аппаратные комплексы, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасность труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.
P10	Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии.

Школа информационных технологий и робототехники  
Направление подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»  
Отделение школы (НОЦ) информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_  
(Подпись)      \_\_\_\_\_  
(Дата)

\_\_\_\_\_ Погребной А.В.  
(Ф.И.О.)

В форме:

## Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8В4А	Прокопюку Михаилу Юрьевичу

Тема работы:

## Разработка системы удаленного управления устройством регулирования напряжения трансформатора

Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 20.03.2018 № 1970/с
---	------------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.17
--	----------

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p><b>Исходные данные к работе</b></p>	<p>Техническое задание для реализации аппаратно-программного комплекса для передачи уровня напряжения потенциометрического датчика РПН на большое расстояние по оптоволоконному каналу связи.</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p>	<p>1 Аналитический обзор;  2 Разработка аппаратного обеспечения аппаратно-программного комплекса для передачи уровня напряжения потенциометрического датчика РПН;  3 Разработка программного обеспечения аппаратно-программного комплекса для передачи уровня напряжения потенциометрического датчика</p>

	РПН; 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; 5 Социальная ответственность.
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Принципиальная электрическая схема АПК для передачи входного уровня напряжения
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Старикова Екатерина Васильевна
Социальная ответственность	Авдеева Ирина Ивановна
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: аналитический обзор,</b>	
<b>разработка проектного решения</b>	
<b>финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение,</b>	
<b>социальная ответственность.</b>	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	1.02.18
---	---------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Ким Валерий Львович	доктор технических наук		1.02.18

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8В4А	Прокопюк Михаил Юрьевич		1.02.18

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа информационных технологий и робототехники  
Направление подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»  
Уровень образования бакалавриат  
Отделение школы (НОЦ) информационных технологий  
Период выполнения (осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2017
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
1.03.18	Аналитический обзор	25
2.04.18	Разработка аппаратного обеспечения	30
4.05.18	Разработка программного обеспечения	25
11.05.18	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
15.05.18	Социальная ответственность	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Ким Валерий Львович	доктор технических наук		1.02.18

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»	Погребной Александр Владимирович	кандидат технических наук, доцент		

**РАЗРАБОТКА АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ  
ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ ЗВУКА ПОД ВОДОЙ  
ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8В4А	Прокопюк Михаил Юрьевич

Школа	ИШИТР	Отделение	ИТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения

**Объект исследования** – устройство для дистанционного измерения положения привода РПН, выполненное в виде платы с различными электронными компонентами.

**Рабочая зона** – аудитория, оборудованная системой отопления, кондиционированием воздуха, преобладающая естественным освещением. Искусственное освещение так же имеется. Рабочее место – стационарное, оборудованное паяльной станцией, осциллографом и генераторами различного типа.

**Область применения** – Управление работой трансформатора под нагрузкой.

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого;</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.</p>	<p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации включает: электромагнитное излучение, повышенный уровень шума, слабая освещенность, плохой микроклимат, умственное перенапряжение, перегрузки из-за монотонности труда, ожог от паяльной станции, вдыхание паров свинца и канифоли, возможность удара током при использовании генератора постоянного/переменного тока.</p> <p>При работе с паяльником использовать специальные инструменты (пинцет, набор отверток, бокорезы), не касаться жала паяльника. При ожоге воспользоваться содержимым аптечки.</p> <p>Для предотвращения вдыхания паров канифоли, периодически проветривать помещение во время пайки платы.</p> <p>При работе с генератором AC/DC не касаться клемм при рабочем состоянии генератора.</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения включает: удар электрическим и статическим током.</p> <p>При работе с резервуаром с водой не ставить его на один стол с электрическими приборами.</p>
<p><b>2. Экологическая безопасность:</b></p>	<p>Утилизация используемых периферийных устройств, компонентов аппаратно-программного комплекса, люминесцентных ламп, паяльной станции с инструментами, утилизация канцерных принадлежностей, макулатуры и другого мусора</p>
<p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p>	<p>Чрезвычайная ситуация техногенного характера для данного помещения – пожар. Установка общих правил поведения и рекомендаций во время пожара, план эвакуации, наличие исправного огнетушителя.</p>
<p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p>	<p>Основные проводимые правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся в учебных</p>

	аудиториях. – Организация рабочего места (ГОСТ 12.2.032-78). – Общие требования безопасности к рабочим местам (ГОСТ 12.2.061-81). – ФЗ-197
<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	<b>01.03.2018</b>

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Авдеева Ирина Ивановна			01.03.2018

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8В4А	Прокопюк Михаил Юрьевич		01.03.2018



**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВОМ  
РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРА.  
ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ,  
РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8В4А	Прокопюк Михаил Юрьевич

Школа	ИШИТР	Отделение	ОИТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Энергетические (стоимость в рублях на 1 кВт/ч для юрид. лиц), информационные (час работы в интернете) и человеческие (согласно окладам научного руководителя и инженера-программиста)
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы из реальных осуществляемых затрат: потребление технических ресурсов, норма потребления электроэнергии
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Для юридических лиц в области образования социальные отчисления – 27,1%

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценка ресурсной, социальной эффективности НИ и потенциальных рисков. На основании информации, представленной в научных статьях и публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах, определить методику расчета экономической эффективности.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	18.03.2018
---	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Старикова Екатерина Васильевна	Кандидат философских наук		18.03.2018

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8В4А	Прокопюк Михаил Юрьевич		18.03.2018

## Оглавление

РЕФЕРАТ.....	12
ВВЕДЕНИЕ .....	13
1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР .....	13
1.1 Трансформатор .....	13
1.2 Устройства регулирования напряжения под нагрузкой (РПН). .....	17
1.3 Способы передачи сигнала.....	20
1.4 Исследования рынка .....	21
2 РАЗРАБОТКА ПРОЕКТНОГО РЕШЕНИЯ.....	27
2.1 Разработка аппаратного обеспечения .....	27
2.1.1 Разработка структурной схемы .....	27
2.1.1.1 Виды ПЧН и ПНЧ .....	28
2.1.1.2 Оптроны .....	29
2.2 Разработка принципиальной электрической схемы .....	30
2.2.1 Выбор комплектующих .....	30
2.3 Разработка программного обеспечения .....	34
2.3.1 Алгоритм работы микроконтроллера .....	34
2.4 Экспериментальные исследования.....	37
3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ.....	38
3.1 Введение.....	38
3.2 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	38
3.2.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	38
3.2.2 Анализ конкурентных технических решений .....	39
3.2.3 SWOT-анализ .....	41
3.3 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований ..	43
3.4 Планирование научно-исследовательских работ .....	43
3.4.1 Структура работ в рамках научного исследования .....	44
3.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ .....	45
3.4.3 Разработка графика проведения научного исследования .....	45
3.4.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....	47
3.4.4.1 Затраты на специальное оборудование .....	47
3.4.4.2 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	49
3.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	52

4	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....	55
4.1	Введение.....	55
4.2	Анализ выявленных вредных факторов рабочего помещения .....	55
4.2.1	Микроклимат рабочего помещения. ....	55
4.3	Анализ выявленных опасных факторов рабочего помещения .....	63
4.3.1	Электробезопасность.....	63
4.3.2	Пожарная безопасность.....	64
4.4	Охрана окружающей среды.....	66
4.5	Защита в чрезвычайных ситуациях .....	67
4.6	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	68
5	СПИСОК ИСТОЧНИКОВ .....	71
6	ПРИЛОЖЕНИЕ А. ....	74
7	ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ....	77

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит страниц 77, 13 рисунков, таблиц 22, 27 источника, два приложения.

Ключевые слова: РПН, трансформатор, ПНЧ, ПЧН, АЦП.

Объектом исследования является система дистанционного управления устройством РПН.

Цель работы – разработка аппаратного и программного обеспечения дистанционного контроля положения привода РПН.

В процессе исследования изучены способы управления трансформатором, проанализированы действующие проектные решения, разработаны алгоритмы работы устройства, проведен обзор аналоговых микросхем.

В результате исследования была спроектирована схема устройства для передачи входного уровня напряжения по оптоволоконному каналу связи.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики:

- Температурный диапазон работы: от -40 до +85 градусов по Цельсию.
- Напряжение питания  $15 \pm 10\%$  В,  $5 \pm 10\%$  В.
- Область применения: электроэнергетика

## **ВВЕДЕНИЕ**

Данная работа выполнена в рамках проекта с институтом атомной энергии Национального исследовательского ядерного центра республики Казахстан, расположенным в городе Курчатов. На предприятии установлен высоковольтный трансформатор для питания обмоток токамак.

Наиболее распространенным и востребованным электротехническим устройством сегодня является силовые высоковольтные трансформаторы, напряжения, номинальные мощности которых варьируются очень в широких пределах от нескольких десятков киловатт до сотен мегаватт при напряжении от 6кВ до 1150 — 1500кВ.

Для питания обмоток токамак используется трехобмоточный трансформатор типа ТДНП-12500/10 У1. Напряжение первичной обмотки – 10 кВ, напряжение вторичной – 1 кВ.

## **1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР**

### **1.1 Трансформатор**

«Трансформатор – статический электромагнитный аппарат для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения, той же частоты. Трансформаторы применяют в электрических цепях при передаче и распределении электрической энергии, а также в сварочных, нагревательных, выпрямительных электроустановках и многом другом.

Трансформаторы различают по числу фаз, числу обмоток, способу охлаждения. В основном используются силовые трансформаторы, предназначенные для повышения или понижения напряжения в электрических цепях.

Схема однофазного двухобмоточного трансформатора представлена на рисунке 1.

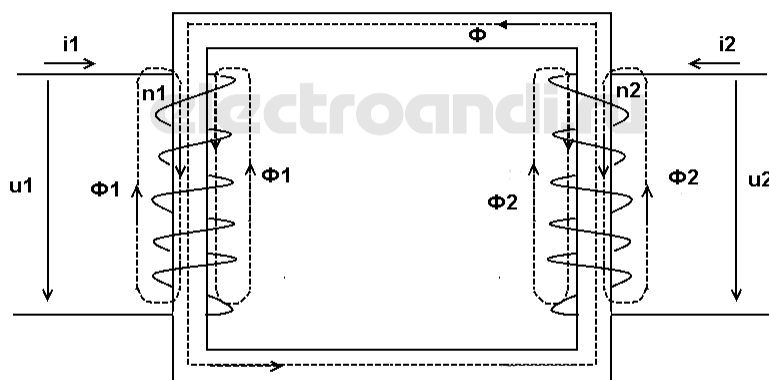


Рисунок 1 – Схема однофазного двухобмоточного трансформатора.

На схеме изображены основные части: ферромагнитный сердечник и две обмотки на сердечнике. Первая обмотка и все величины, которые к ней относятся, называют первичными, вторую обмотку и соответствующие величины - вторичными.»[10]

«Первичную обмотку включают в сеть с переменным напряжением, её намагничивающая сила  $i_1 n_1$  создает в магнитопроводе переменный магнитный поток  $\Phi$ , который сцеплен с обеими обмотками и в них индуцирует ЭДС  $e_1 = -n_1 d\Phi/dt$ ,  $e_2 = -n_2 d\Phi/dt$ . При синусоидальном изменении магнитного потока  $\Phi = \Phi_m \sin \omega t$ , ЭДС равно  $e = E_m \sin (\omega t - \pi/2)$ . Для того чтобы посчитать действующее значение ЭДС нужно воспользоваться формулой  $E = 4.44 * f * n \Phi_m$ , где  $f$ - циклическая частота,  $n$  – количество витков,  $\Phi_m$  – амплитуда магнитного потока. Причем если вы хотите посчитать величину ЭДС в какой либо из обмоток, нужно вместо  $n$  подставить число витков в данной обмотке.

Из приведенных выше формул можно сделать вывод о том, что ЭДС отстает от магнитного потока на четверть периода и отношение ЭДС в обмотках трансформатора равно отношению чисел витков  $E_1/E_2 = n_1/n_2$ .

Если вторая обмотка не находится под нагрузкой, значит трансформатор находится в режиме холостого хода. В этом случае  $i_2 = 0$ , а  $u_2 = E_2$ , ток  $i_1$  мал и

мало падение напряжения в первичной обмотке, поэтому  $u_1 \approx E_1$  и отношение ЭДС можно заменить отношением напряжений  $u_1/u_2 = n_1/n_2 = E_1/E_2 = k$ . Из этого можно сделать вывод, что вторичное напряжение может быть меньше или больше первичного, в зависимости от отношения чисел витков обмоток. Отношение первичного напряжения ко вторичному при холостом ходе трансформатора называется коэффициентом трансформации  $k$ .

Как только вторичная обмотка подключается к нагрузке, в цепи возникает ток  $i_2$ , то есть совершается передача энергии от трансформатора, который получает ее из сети, к нагрузке. Передача энергии в самом трансформаторе происходит благодаря магнитному потоку  $\Phi$ .

Обычно мощность на выходе и мощность на входе приблизительно равны, так как трансформаторы являются электрическими машинами с довольно высоким КПД, но если требуется произвести более точный расчет, то КПД находится как отношение активной мощности на выходе к активной мощности на входе  $\eta = P_2/P_1$ .

Магнитопровод трансформатора представляет собой закрытый сердечник собранный из листов электротехнической стали толщиной 0,5 или 0,35мм. Перед сборкой листы с обеих сторон изолируют лаком.

По типу конструкции различают стержневой (Г-образный) и броневой (Ш-образный) магнитопроводы. Рассмотрим их структуру.

Стержневой трансформатор состоит из двух стержней, на которых находятся обмотки и ярма, которое соединяет стержни, собственно, поэтому он и получил свое название. Трансформаторы этого типа применяются значительно чаще, чем броневые трансформаторы.

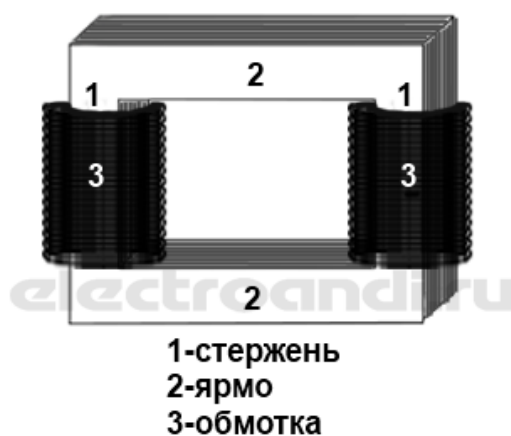


Рисунок 2 – стержневой трансформатор.

Броневой трансформатор представляет собой ядро внутри которого заключается стержень с обмоткой. Ядро как бы защищает стержень, поэтому трансформатор называется броневым.

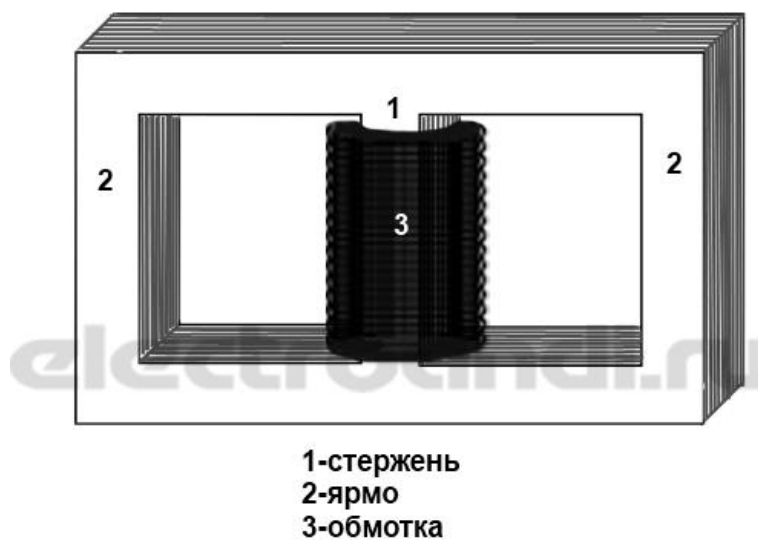


Рисунок 3 – броневой трансформатор

Конструкция обмоток, их изоляция и способы крепления на стержнях зависят от мощности трансформатора. Для их изготовления применяют медные провода круглого и прямоугольного сечения, изолированные



хлопчатобумажной пряжей или кабельной бумагой. Обмотки должны быть прочными, эластичными, иметь малые потери энергии и быть простыми и недорогими в изготовлении.»[10].

### **Трехобмоточный трансформатор**

«Если есть необходимость получить несколько различных напряжений, то вместо нескольких отдельных двухобмоточных трансформаторов с разными коэффициентами трансформации может быть использован один многообмоточный трансформатор, что позволит заметно упростить и удешевить трансформаторную подстанцию. Схема трехобмоточного трансформатора представлена на рисунке 4:

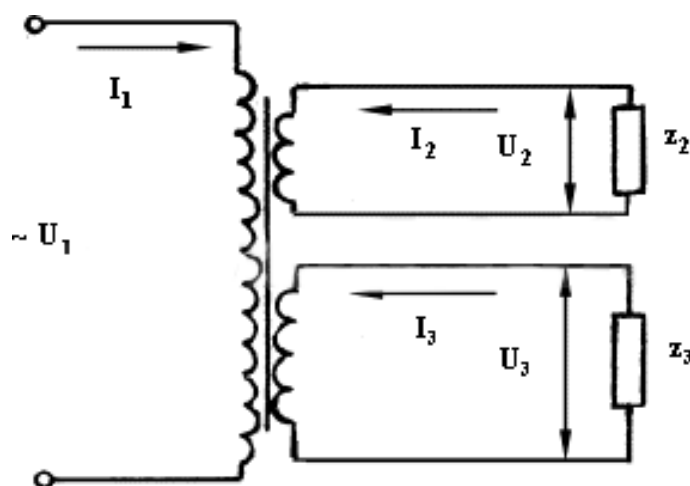


Рисунок 4 – трехобмоточный трансформатор

Первичная обмотка трансформатора является намагничивающей и создает в магнитопроводе магнитный поток, который пронизывает две вторичные обмотки и наводит в них ЭДС.»[11]

### **1.2 Устройства регулирования напряжения под нагрузкой (РПН).**

«Изменение напряжения в высоковольтных трансформаторах осуществляют с помощью регуляторов напряжения, которые обеспечивают ступенчатое изменение коэффициента трансформации без разрыва нагрузочного тока.

В устройствах РПН различают следующие основные составные части:

1) контактор, который обеспечивает переход на подготовленное избирателем

- рабочее положение без разрыва нагрузочной цепи и гашение электрической дуги, которая при этом возникает.
- 2) избиратель, который подготавливает необходимое рабочее положение.
  - 3) приводной механизм, который обеспечивает переключение контактора и избирателя.
  - 4) токоограничивающие сопротивления, уменьшающие коммутационный ток, возникающий в процессе переключения.

Устройства РПН, имеющие индуктивное токоограничивающее сопротивление, называются реакторными устройствами, а имеющие активное токоограничивающее сопротивление — резисторными.

Ниже рассмотрены схемы соединения и принцип работы различных типов устройств РПН и отдельных их узлов:

На рисунке 5 показана последовательность работы контактов РПН при переключении ступеней с нечётной на чётную.

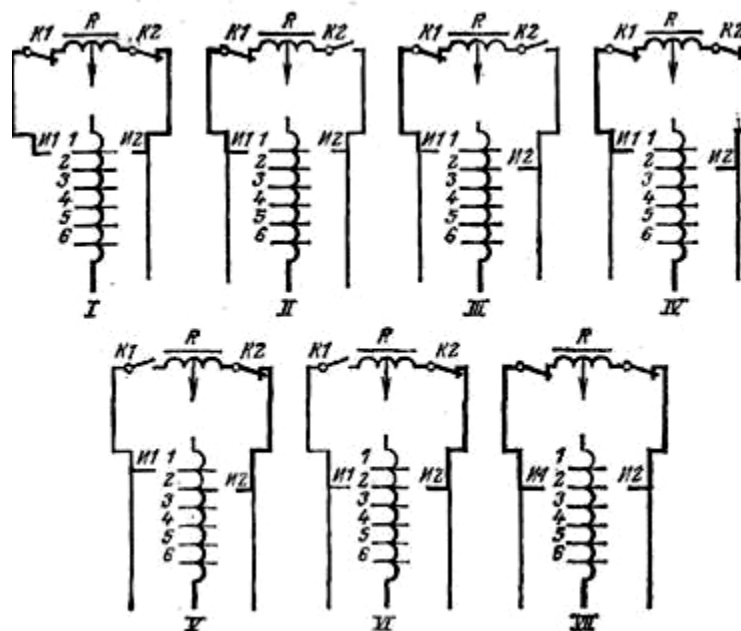


Рисунок 5 – Последовательность работы контактов реакторного устройства РПН.

Положение 1 — рабочее. Ток нагрузки протекает по правому и левому плечу.

Положение 2. Контакт К2 разомкнут. Ток нагрузки протекает по левому плечу РПН. Правое плечо обесточено.

Положение 3. Подвижный контакт И2 избирателя перешел на следующую отпайку.

Положение 4. Контакт К2 замкнут. Ток нагрузки протекает по обоим плечам устройства. Протекает циркулирующий ток. Такое положение называется «мост» и в некоторых устройствах используется как рабочее.

Положение 5. Контакт К1 разомкнут. Ток нагрузки протекает по правому плечу.

Положение 6. Подвижный контакт И1 избирателя перешел на следующую отпайку.

Положение 7 — рабочее. Контакт К1 контактора замкнут. Ток нагрузки протекает по правому и левому плечам устройства РПН.»[9]

«При работе по схеме рисунка 5, контакты левого и правого плеч устройства соединяют последовательно все отпайки регулировочной обмотки. Такая схема соединения регулировочных обмоток с регулятором называется прямой и применяется в основном с реакторными устройствами. Если контакты правого плеча устройства замыкают только четные отпайки регулировочной обмотки, а контакты левого плеча — только нечетные отпайки, соединение называется «со сдвигом». В таких схемах контакты контактора и избирателя, соединяющие нечетные отпайки регулировочной обмотки, называют нечетными, а соединяющие четные — чётными.

В схемах «со сдвигом» применяются резисторные устройства РПН. На рисунке 6 показана последовательность работы резисторного РПН в процессе переключения с нечетной на четную ступень.

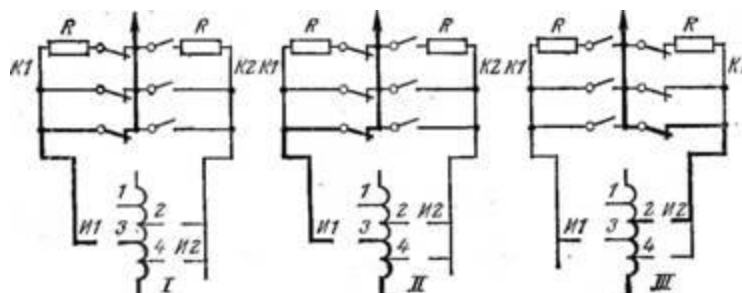


Рисунок 6 – последовательность работы контактов резисторного устройства РПН.

Положение 1 — рабочее. Ток нагрузки протекает по нечетному плечу. Положение 2. Избиратель перешел на следующую отпайку. Положение 3 — рабочее. Ток протекает по четному плечу устройства.

В резисторных устройствах РПН применяются быстродействующие контакторы, которые обеспечивают переключение четного и нечетного плеч устройства без разрыва электрической цепи.

Главные контакты предназначены для пропускания тока нагрузки, вспомогательные — для предохранения обгара главных контактов в процессе переключения и дугогасительные — для гашения возникающей в электрической цепи дуги.»[9]

### 1.3 Способы передачи сигнала

Сигнал может передаваться в устройство обработки данных либо в цифровом, либо в аналоговом виде. Передача данных в цифровом коде имеет ряд достоинств, самым главным из них является высокая помехозащищенность. В зависимости от типа соединений и его назначения они могут быть разделены на 2 типа: двух- и четырехпроводные способы передачи.

#### Двухпроводная схема

Двухпроводная схема позволяет передавать сигналы на некоторое ограниченное расстояние. При сильном увеличении длины проводов помехи будут гасить полезный сигнал.

## **Четырехпроводная схема**

Преимущество четырехпроводной схемы заключается в полном отсутствии зависимости от длины проводов. Благодаря этому, в отличие от двухпроводной схемы, сигналы можно передавать на сравнительно большое расстояние.

Так же, стоит рассмотреть другой вариант реализации проводной передачи – с помощью оптоволоконного кабеля. Его главным отличием от существующих вариантов кабеля является способ передачи электрических сигналов: для этого используется свет. Это означает, что оптоволоконный кабель не подвержен влиянию электромеханических наводок, а сигнал ослабевает гораздо меньше. Как результат – высокая скорость передачи данных на большие расстояния.

«Оптоволоконные кабели отличаются конструкцией, точнее, диаметром сердцевины, то есть оптоволокна. Существует два варианта оптоволокна, которые однозначно влияют на характеристики кабеля. Так, различают одномодовое (SM, Single Mode) и многомодовое, или мультимодовое (MM, Multi Mode) волокно.

Основная деталь оптоволоконного кабеля – оптоволокно или, как его еще называют, световод по которому непосредственно передается световой сигнал. Чтобы сигнал не уходил из световода, вокруг последнего располагается отражающая оболочка толщиной 125 мкм. И еще один элемент – оболочка, она защищает кабель от внешнего воздействия, например влаги или солнечных лучей.

Распространение оптоволоконного кабеля сдерживают несколько факторов, основными из которых является дороговизна кабеля и обслуживающей его аппаратуры, а также необходимость в соответствующей подготовке при работе с кабелем.»[13].

## **1.4 Исследования рынка**

Исследовав рынок на предмет готовых проектных решений, было найдено несколько устройств:

- Топ 200-Р 63;
- Сириус-2-РН;
- РС83-В4;

### 1. Топ 200-Р 63

Терминал ТОР 200-Р оснащен интегрированным указателем положения привода РПН и выносным цифровым индикатором, который может устанавливаться на панели, щите, двери релейного шкафа. Допускается его размещение на расстоянии до 500 м от устройства. Указатель положения РПН позволяет ограничить крайние положения регулятора и обеспечить программируемый пропуск незадействованных ступеней привода (Рисунок ).



Рисунок 2 – «Топ 200-Р 63»

К возможностям устройства относятся:

- управление работой РПН двух- и трехобмоточного трансформатора;
- управление работой РПН трансформатора с «расщепленной» обмоткой;
- управление работой РПН автотрансформатора;
- местное (кнопками с лицевой панели терминала или выносными ключами) управление регулятором;

- дистанционное (через АСУ ТП) управление регулятором;
- расчет механического ресурса привода;
- контроль времени пуска/переключения привода;
- контроль крайних положений привода;
- останов РПН при достижении позиций, определяемых уставками;
- контроль температуры масла бака РПН;
- контроль самопроизвольной работы регулятора («Самоход»);
- контроль рассогласования приводов автотрансформатора;
- индикация хода привода регулятора;
- восстановление предыдущего положения при застревании РПН;

К возможностям дистанционного управления РПН относятся:

- включить выключатель;
- отключить выключатель;
- съём сигнализации;
- квитирование РФК.

При всем богатом спектре возможностей управления РПН как локального, так и удаленного характера, устройство не до конца подходит под поставленную задачу, потому как нет возможности использования полученных от данного РПН данных в прикладном ПО.

## **2. Сириус-2-РН**

Устройство «Сириус-2-РН» предназначено для управления электроприводами РПН силовых трансформаторов при автоматическом регулировании коэффициента трансформации.

При управлении приводами трехобмоточных трансформаторов или трансформаторов с расщепленной обмоткой устройство обеспечивает регулирование напряжения на выходе одной обмотки с одновременным контролем параметров второй обмотки.



Рисунок – «Сириус-2-РН»

«Возможности:

- автоматическое поддержание напряжения в заданных пределах;
- коррекцию уровня регулируемого напряжения по току нагрузки (токовая компенсация);
- формирование импульсных или непрерывных команд управления приводами РПН;
- контроль исправности электроприводов РПН в импульсном режиме работы;
- одновременный контроль двух систем шин (для трехобмоточных трансформаторов и трансформаторов с расщепленной обмоткой);
- оперативное переключение регулирования с одной системы шин на другую;
- блокировку работы и сигнализацию при обнаружении неисправности привода РПН;
- выдачу релейного сигнала на отключение питания РПН с помощью автоматического выключателя с независимым расцепителем при самопроизвольном переключении РПН;
- блокировку регулирования внешними релейными сигналами;
- блокировку регулирования при обнаружении перегрузки по току, превышении напряжением  $3U_0$  (или  $U_2$ ) заданного уставкой значения или при пониженном измеряемом напряжении;



- блокировку регулирования при обнаружении перенапряжения, перегрузки по току или низкого напряжения на соседней контролируемой секции;
- быстрое снижение напряжения при обнаружении перенапряжения на регулируемой секции за счет уменьшения времени перед переключениями;
- оперативное изменение уставки по напряжению поддержания с одного, заранее выбранного значения, на другое по внешним дискретным сигналам;
- задание внутренней конфигурации и режима работы устройства;
- ввод и хранение уставок;
- контроль и индикацию значения напряжений и токов, подводимых к устройству;
- непрерывный оперативный контроль работоспособности (самодиагностику) в течение всего времени работы;
- блокировку релейных выходов при неисправности устройства для исключения ложных срабатываний;
- управление приводами с автоматикой прохождения «мертвых» ступеней;
- прием входных дискретных сигналов, выдачу предупредительной сигнализации;
- контроль за работой РПН при управлении в автоматическом и ручном режимах работы;
- дистанционное управление положением РПН по командам линии связи или по телеуправлению.»[12]

### **3. РС83-В4**

Реле РС-83-В4 предназначено для автоматического управления электроприводами РПН (АРН) двух- и трехобмоточных трансформаторов под нагрузкой: контроля уровня напряжения и поддержания его в заданных установками пределах путем формирования команд управления

исполнительным устройством (приводом РПН) и контроля его работы; реализации логики необходимых блокировок и функций защиты.

Позволяет как в автоматическом, так и в ручном режиме, а также дистанционно, управлять приводом регулятора под нагрузкой (РПН) высоковольтного трансформатора. Имеет полный набор необходимых функций, логики и сервисов автоматики РПН. Существенно облегчает работу персонала подстанции, позволяет избежать аварийных ситуаций, своевременно блокируя нештатные режимы работы РПН и выдавая сигналы о неисправностях на верхний уровень управления

Основные функции:

- Контроль значения входного напряжения по двум каналам (U1, U2) в заданном установкой диапазоне (80-120В с шагом 0,1 В), сравнение с границами диапазона (0,5-10 В с шагом 0,1 В) и формирование команд «прибавить» если напряжение на входе меньше заданного и «убавить», если больше. Гистерезис при контроле напряжения составляет 1,01 и 0,99 соответственно.
- контроль положения привода с блокировкой устройства:
  - по сигналу дискретных входов, в т.ч. от датчика температуры;
  - при превышении заданного значения контролируемого тока;
  - при выходе контролируемого напряжения за допустимые пределы;
  - по формированию сигнала «привод не пошел»;
  - по формированию сигнала «застревание»;
  - по формированию сигнала «непрерывный ход»;
- запоминание параметров изменения конфигурации в журнале событий для 200 событий;
- светодиодная индикация режимов работы и исправности устройства;
- передача по интерфейсу RS-485 информации;
- самодиагностика устройства;

На предприятии было установлено устройство «Сириус-2-РН». Однако у системы Сириус имеется недостаток – нет возможности обрабатывать от

РПН информацию в специализированном ПО. Было принято решение о разработке модуля для «Сириус-2-РН», исправляющий данный недостаток.

## 2 РАЗРАБОТКА ПРОЕКТНОГО РЕШЕНИЯ

### 2.1 Разработка аппаратного обеспечения

В данном разделе рассматривается аппаратная часть системы: структурной и принципиальной схем.

#### 2.1.1 Разработка структурной схемы

Основная идея устройства заключается в том, чтобы с помощью оптоволоконной связи можно было передавать на большие расстояния входной уровень напряжения с минимальными его потерями. Это необходимо для того, чтобы понимать, в каком положении находится привод РПН. Преобразовав напряжение в частотный сигнал, можно передать его по оптическому каналу связи с минимальными потерями и искажениями сигнала. После процесса передачи необходимо выполнить обратное преобразование.

Поступающий уровень напряжения (0..5v) подается на преобразователь Напряжение-Частота (ПНЧ). Полученная на выходе ПНЧ частота подается на вход оптрона. Сигнал, прошедший через оптрон подается на вход преобразователя Частота-Напряжение (ПЧН). Полученное напряжение в результате обратного преобразования подается на вход АЦП, после чего полученный цифровой сигнал выводится на LCD дисплей.

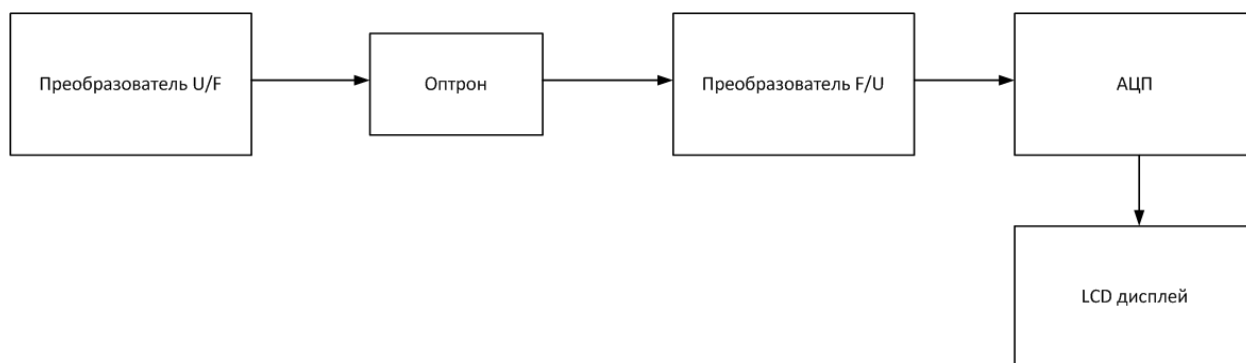


Рисунок 1. Структурная схема устройства

### 2.1.1.1 Виды ПЧН и ПНЧ

«Преобразователи напряжение—частота ПНЧ (Voltage-to-Frequency Converters VFC) являются наиболее дешевым средством преобразования сигналов для многоканальных систем ввода аналоговой информации в ЭВМ, обеспечивающим высокую помехозащищенность и простоту гальванической развязки. ПНЧ — отличное решение для задач измерения усредненных параметров, расхода, а также задач генерирования и модуляции частоты.

ПНЧ относятся к классу интегрирующих преобразователей, поэтому обладают соответствующими достоинствами: хорошей точностью при минимальном числе необходимых прецизионных компонентов, низкой стоимостью, высокой помехоустойчивостью, малой чувствительностью к изменениям питающего напряжения, отсутствием дифференциальной нелинейности.

ПНЧ преобразует входное напряжение в частоту выходных импульсов, которые могут передаваться на большие расстояния без искажения информационного параметра — частоты. Второй этап аналого-цифрового преобразования: «частота—код» осуществляется путем подсчета импульсов за фиксированный интервал времени, то есть усреднением. Если этот интервал сделать кратным периоду основной помехи (20 мс), то помеха подавляется полностью. Это свойство особенно полезно для измерения зашумленных низкоуровневых сигналов, например э.д.с. термопары.

В интегральных микросхемах ПНЧ используется метод интегрирования входного сигнала с импульсной компенсацией заряда интегрирующего конденсатора. Для получения высокой точности и стабильности преобразования необходимо обеспечить постоянство вольт-секундной площади импульса обратной связи. Лучшей точностью и стабильностью обладают синхронизируемые ПНЧ, в которых длительность импульса обратной связи стабилизирует кварцевый резонатор.»[1]

### **2.1.1.2 Оптроны**

«Оптрон конструктивно состоит из двух элементов: излучателя и фотоприемника, объединенных в общем герметичном корпусе.

На сегодняшний день существует большая разновидность оптронов: резисторные, диодные, транзисторные, тиристорные. Все эти названия указывают на тип фотоприемника. В качестве излучателя обычно используют полупроводниковый светодиод инфракрасного излучения с длиной волны в пределах 0,9...1,2 мкм.

**Основное назначение оптронов** – обеспечивают гальваническую развязку между цепями. Исходя из этого, общий принцип действия этих приборов, несмотря на различие фотоприемников, можно считать одинаковым: входной электрический сигнал, поступающий на излучатель, преобразуется в световой поток, который воздействует на фотоприемник, изменяя его проводимость.

В результате на выходе оптрона формируется сигнал, а входная и выходная цепи оказываются гальванически не связанными. Пространство между входом и выходом оптрона заполнено диэлектрической массой, либо иной оптической средой (воздух, стекло, пластмасса).

#### **Устройство оптронов**

Излучатель, помещают в верхней части металлического корпуса, а в нижней – фотоприемник, например фототиристора или фоторезистор. Все пространство между излучателем и приемником заливают твердеющей прозрачной массой. Эту заливку покрывают отражающим внутрь световые лучи слоем, который препятствует рассеянию света за пределы рабочей зоны. Отверстия в корпусе для выводов оптрона залиты стеклом. Герметичное соединение крышки и основания корпуса обеспечено сваркой.

#### **Применение оптронов**

Оптроны применяются в качестве элементов гальванической развязки, так же для связи блоков аппаратуры, между которыми имеется значительная разность потенциалов; для защиты входных цепей измерительных устройств от помех и наводок.

Другая важнейшая область применения оптронов - оптическое, бесконтактное управление сильноточными и высоковольтными цепями. Универсальность оптронов, как элементы гальванической развязки и бесконтактного управления обусловлена тем, что все эти функции широко применяются в сфере приборов вычислительной техники, автоматики, радиотехнической аппаратуры, в системах контроля и регулирования, а так же в медицинской электронике.»[2].

## 2.2 Разработка принципиальной электрической схемы

### 2.2.1 Выбор комплектующих

Проведем сравнительный анализ.

Выберем различные варианты оптронов, которые доступны в магазинах России, имеющие доставку.

Таблица 1. Сравнение оптронов

	4N35	LTV-817-C	KP249KH8A
I <sub>вх</sub> , mA	10	50	10
U <sub>ком</sub> , В	50	30	20
I <sub>вых</sub> , mA	2,5	50	-
tзд, max	4	3	4
U <sub>вых</sub> , ост.мин	0,4	1,2	0,8
Примечание	DIP-6	DIP-4	DIP-8

Была выбрана модель 4N35 по ряду причин:

- Минимальная цена
- Минимально-необходимый набор функциональных возможностей

Далее, выберем ПНЧ/ПЧН (Таблица 2):

Таблица 2. Сравнение ПНЧ/ПЧН

	AD650JNZ	KA331	LM231
Напряжение питания	9В до 18В	4.5В до 40В	5В; 9В; 12В; 15В; 24В; 28В;
Частота	1МГц	100кГц	100кГц

Тип корпуса	DIP	DIP	MDIP
Число контактов	14	8	8
Линейность	0.02%	0.01%	0.01%
Цена	2460р	571р	540р
Режим работы	Прямой/обратный	Прямой/обратный	Прямой/обратный

Необходимо выбрать преобразователь напряжение/частота, который обладал бы возможностью как прямого, так и обратного преобразования. Из трех найденных вариантов моделей все три обладают такой возможностью. AD650JNZ – слишком многомощная для нашей разработки, весь потенциал платы не будет реализован, поэтому делается выбор из двух идентичных плат, а именно KA331 и LM231. Выбор пал на LM231, потому как обладает меньшей ценой, а так же был в наличии в магазине.

Выберем операционный усилитель (ОУ):

Таблица 3. Сравнение операционных усилителей

	<b>AD648JRZ</b>	<b>AD708SQ</b>	<b>ADA4522-1</b>
Мин. рабочая температура	0 С	-55 С	-40 С
Макс. рабочая температура	70 С	125 С	125 С
Полоса пропускания	1 МГц	900 кГц	2.7 МГц
Скорость нарастания	1.8 В/мкс	0.3 В/мкс	1.4 В/мкс
Тип корпуса	SOIC	DIP	SOIC
Цена	580 р	8930 р	220 р
Rail-to-Rail	-	-	+

Для сравнения было так же выбрано 3 модели. Среди всех вариантов самым перспективным оказался вариант ADA4522-1, потому как обладает особенностью Rail-to-Rail. Имея ОУ с такой возможностью, можно получить полный выходной сигнал (от отрицательного уровня питания ОУ до положительного). Так же, этот вариант оказался самым дешевым, поэтому

потенциал ОУ будет использован полностью, в отличие от варианта AD708SQ и его стоимости.

- Триггер Шмитта. Был выбор между двумя доступными моделями: CD74HC14 и 74HCT14D.652.

– CD74HC14 отличается от 74HCT14D.652 тем, что имеет корпус типа PDIP, в то время как 74HCT14D.652 – SOIC. DIP корпус проще монтировать на монтажную плату.

- Выбор микроконтроллера.

Таблица 4. Сравнение трех моделей микроконтроллеров.

Название модели	ATmega8-16PU	PIC16F877-20I/P	AT89S51-24PU
Ядро	AVR	PIC	8051
Максимальная частота ядра (МГц)	16	20	24
Объем памяти программ (кБайт)	8	14	4
Объем EEPROM памяти (байт)	512	256	-
Объем оперативной памяти (байт)	1024	368	128
Количество входов/выходов	23	35	32
Наличие АЦП/ЦАП	Ацп 6x10b	Ацп 8x10b	–
Напряжение питания (В)	+4.5В – +5.5В	+4В – +5.5В	+4В – +5.5
Рабочая температура (С°)	-40...+85	-40...+85	-40...+85
Цена (руб)	190	480	192

Проведем сравнение:

Третий вариант микроконтроллера AT89S51-24PU не подойдет под задачу, потому как в нем отсутствует какое-либо количество АЦП.

Возложенная на МК задача в устройстве не требует высоких скоростей работы ядра, поэтому рассматривать вариант в пользу высокой тактовой



частоты не имеет практического смысла. Оба варианта, как ATmega8-16PU, так и PIC16F877-20I/P имеют на борту АЦП. В свою очередь, PIC16F877-20I/P имеет перед ATmega-8-16PU преимущество лишь в максимальной частоте работы ядра, в то время как проигрывает во всем остальном. Выбор пал на ATmega8-16PU.

- LCD-дисплей. Была выбрана типовая модель LMD16L.
- Различные дополнительные компоненты, такие как конденсаторы и резисторы различного номинала.

Принципиальная схема устройства и перечень компонентов представлены в Приложении А.

Рассмотрим принцип работы:

Входной уровень напряжения, который изменяется от 0 до 5В, поступает на неинвертирующий вход операционного усилителя (ОУ). ОУ работает в режиме неинвертирующего усиления, коэффициент которого регулируется с помощью резистивного делителя в обратной связи. Для тестирования работы устройства используем резисторы одинакового номинала, чтобы установить коэффициент усиления равному единице.

Сигнал, полученный с выхода ОУ, проходит через фильтр низких частот, после чего поступает на вход преобразователя напряжение/частота (ПНЧ). Фильтр низких частот (RC фильтр) необходим для устранения окружающих радионаводок.

Подключение ПНЧ:

- Суммарное сопротивление на 2 входе ПНЧ (Reference current), состоящее из 12К резистора и 20К реостата позволяют регулировать величину опорного тока.
- Резистор на 1 входе должен быть идентичен резистору на 7 входе - равный номинал сведет к минимуму частотные сдвиги.
- К 5 входу ПНЧ подключен RC фильтр.

Полученный на выходе частотный сигнал поступает на вход оптрона.

Подключение оптрона:

- На 1 вход оптрона через нагрузочный резистор подается напряжение 5В.
- На 2 вход приходит сигнал с ПНЧ
- 6 вход позволяет с помощью резистора регулировать время задержки срабатывания оптрона. Для минимального времени срабатывания необходим резистор номиналом от 10К и выше.

Полученный на выходе сигнал с оптрона подается на вход триггера Шмитта. Он необходим для образования петли гистерезиса, а так же для сглаживания фронтов поступающего сигнала. В результате, полученный сигнал с триггера поступает на входы 6, 7 и 8 ПЧН (согласно документации ПЧН).

После обратного преобразования частоты в напряжение, аналоговый сигнал поступает на АЦП, который расположен в микропроцессоре. После преобразования аналогового сигнала в цифровой, информация выводится на LCD-дисплей для наглядной демонстрации работы устройства.

## **2.3 Разработка программного обеспечения**

В данном разделе рассматривается разработка программной части устройства, представленной в виде алгоритма работы МК, а так же исходного кода программы. Исходный код приводится в приложении Б.

### **2.3.1 Алгоритм работы микроконтроллера**

Алгоритм работы представлен в виде схемы алгоритма (Рисунок 8)

Опишем алгоритм словесно:

1. Начало работы;
2. Инициализация МК;
3. Инициализация АЦП;

Для инициализации АЦП МК необходимо провести ряд действий, таких как:

- Установка порта МК на ввод данных;

- Запись в 7 разряд регистра ADCSR значения единицы для запуска АЦП;
- Установка нулей в регистры, отвечающие за прерывания;
- Установка нуля в 5 разряд регистра для ручного запуска процесса преобразования аналогового сигнала;

4. Инициализация LCD дисплея;

5. Запуск работы АЦП;

Для запуска процесса преобразования необходимо в 6 разряд регистра ADCSR АЦП записать 1. После выполнения преобразования в данный разряд установится ноль аппаратно;

6. Чтение регистра ADCW;

7. Перевод преобразованного числа в вольты;

8. Вывод значения напряжения на LCD-дисплей;

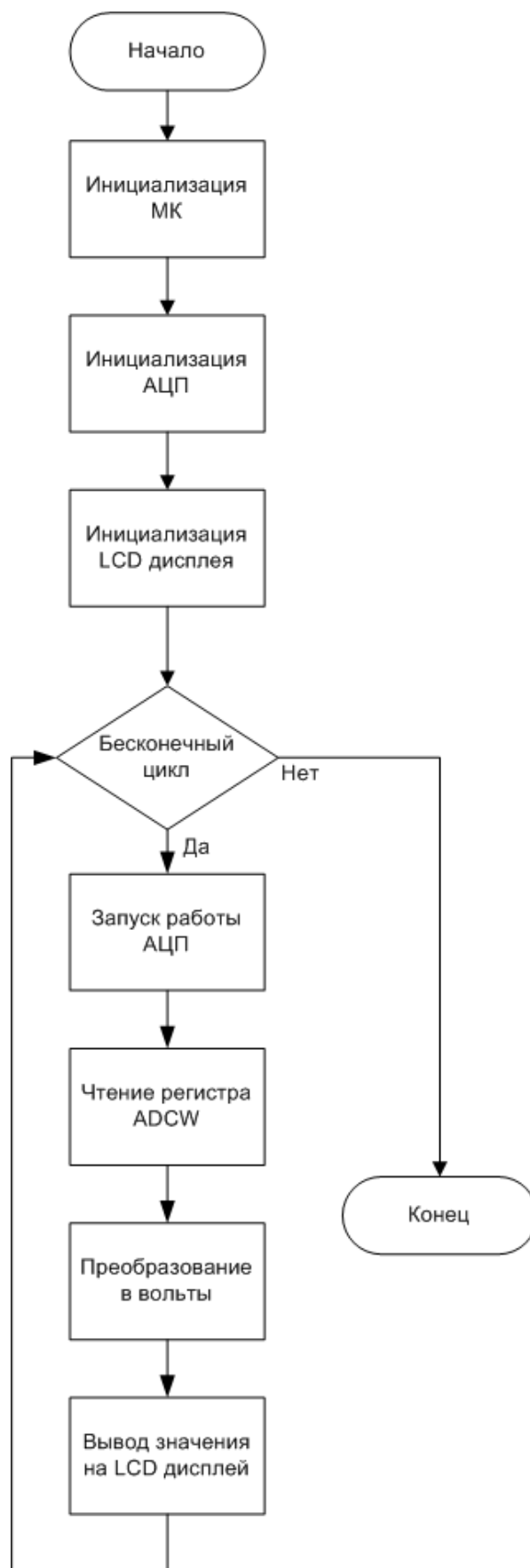


Рисунок 8 – Схема алгоритма работы МК

## 2.4 Экспериментальные исследования

Произведем экспериментальное исследование устройства и сравним входной уровень напряжения с выходным.

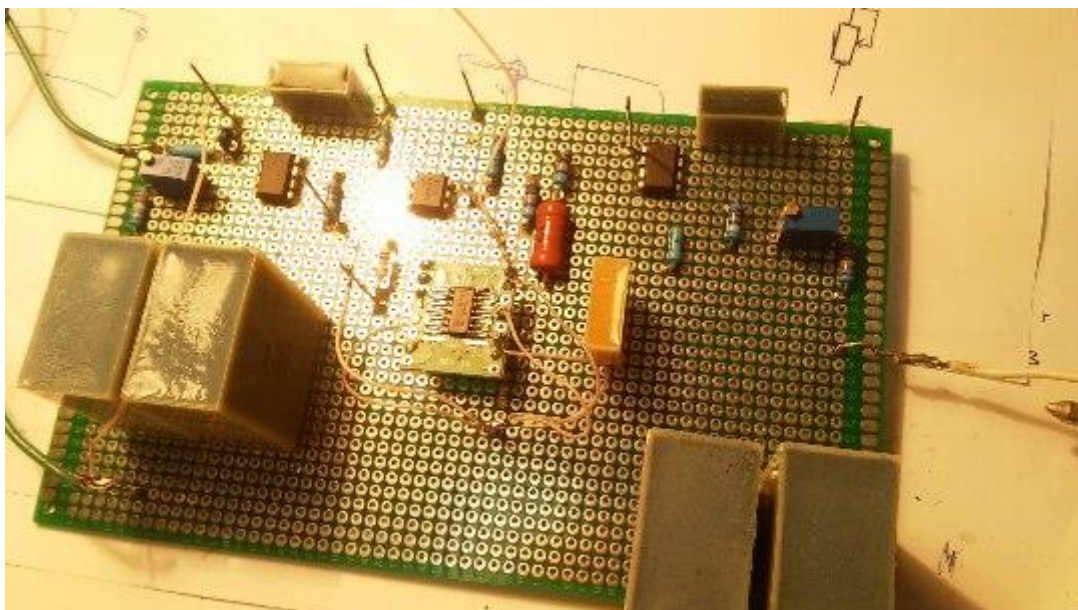


Рисунок 9 – Разработанное устройство согласно принципиальной схеме

Эксперимент производится следующим образом:

- Подключим генератор импульсов на вход ПНЧ, снимем значение напряжения после преобразования с помощью осциллографа;
- Оставим подключение генератора на входе ПНЧ, снимем показания напряжения на выходе ПЧН;
- Сравним полученные данные;

ПНЧ		Оптрон + ПЧН	
Частота, Гц	Напряжение, V	Частота, Гц	Напряжение, V
300	0.12	300	0.10
600	0.25	600	0.22
1200	0.50	1200	0.43
2500	1.04	2500	0.91
5000	2.11	5000	2.05
10000	4.07	10000	3.99

По полученным данным видно, что имеется небольшая потеря напряжения. В данном случае столь малая потеря напряжения не важна, потому как задача стоит в том, чтобы дистанционно определять положение

потенциометрического датчика РПН, градация положения которого жестко определена, вследствие чего небольшие потери не повлияют на полноту получаемой информации.

### **3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ**

#### **3.1 Введение**

В данной работе рассматривается разработка аппаратного комплекса для передачи входного уровня напряжения по оптоволоконному каналу связи. Данный аппаратный комплекс необходим для устранения недостатка системы РПН, установленной на высоковольтном трансформаторе в Национально-исследовательском ядерном центре Республики Казахстан.

Целью данного раздела является разработка оптимального решения для разработки аппаратного комплекса, при котором эффективно будут использоваться ресурсы пользователей, а на разработку будет потрачено наименьшее количество средств.

Для этого необходимо проанализировать конкурентные решения; понять, как сделать эффективнее, найти те характеристики, изменение которых приведёт к повышению конкурентоспособности. В результате должна быть достигнута максимальная финансовая и ресурсная эффективность.

#### **3.2 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**


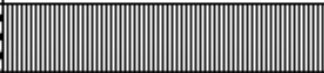

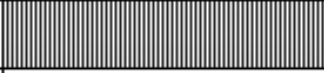
В данном подразделе будет рассмотрены перспективы разрабатываемого проекта и произведено сравнение его с конкурентными решениями.

##### **3.2.1 Потенциальные потребители результатов исследования**




Сперва необходимо провести анализ потенциальных потребителей нашей разработки, т.е. определить целевой рынок. Для этого необходимо найти заинтересованные сегменты. А для поиска сегментов нужно сегментировать рынок. Произведём сегментирование по 2 критериям, отрасль и размер компании. Наиболее перспективными отраслями, которые не работают без

высоковольтных трансформаторов являются электростанции, металлургическая отрасль и научные центры (Таблица 1).

Таблица 1 – Карта сегментирования рынка

		Электростанции	Металлургическая отрасль	Наука
Размер	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			

		
Красноярская ГЭС	ММК	НЯЦ РК

ММК – Магнитогорский металлургический комплекс.

НЯЦ РК – Национальный ядерный центр Республики Казахстан

Невзирая на тот факт, что ВКР делается совместно с Национально-исследовательским ядерным центром, где была поставлена специфичная задача, ряд некоторых технических решений найдут свое применение в других отраслях, таких как электростанции, металлургия и крупные научные комплексы, как НЯЦ.

Абстрагируясь от НЯЦ, оптимальной стратегией было бы сосредоточение основных усилий на потребительский рынок мелких компаний в области электростанций, потому как крупные компании уже имеют свои проектные решения, в то время как средний сегмент рынка обладает огромной конкуренцией, где технические решения могут не прижиться из-за своей нетривиальной основы.

### 3.2.2 Анализ конкурентных технических решений

В качестве конкурентных решений задачи прогнозирования временных рядов были выбраны следующие варианты:

- Передача с помощью оптоволоконного канала связи (данный проект)
- Передача с помощью беспроводной сети
- Передача с помощью канала RS-232

Построим оценочную карту нашего и конкурентных решений (Таблица 2).

Таблица 2 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентноспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
Удобство в эксплуатации	0.05	4	5	4	0.15	0.25	0.05
Скорость работы	0.25	5	4	4	0.45	0.25	0.15
Универсальность	0.10	3	5	2	0.35	0.5	0.2
Простота эксплуатации	0.05	5	4	3	0.45	0.3	0.25
Энергоэкономичность	0.15	5	4	4	0.35	0.25	0.25
Устойчивость к помехам	0.20	5	1	2	0.60	0.05	0.15
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
Цена	0.10	4	2	5	0.4	0.2	0.2
Послепродажное обслуживание	0.15	5	5	3	0.75	0.75	0.45
Доступность	0.10	4	4	5	0.4	0.4	0.5
Итого	1	40	34	32	3,9	2.95	1.7

По результатам теперь рассчитаем конкурентоспособность нашего решения по отношению к двум другим. Сначала посчитаем по отношению ко 2 (12).

$$K_{12} = \frac{K_1}{K_2} = \frac{3.9}{2.95} = 1.9 \quad (12)$$



Теперь по отношению к 3 (13).

$$K_{13} = \frac{K_1}{K_3} = \frac{3.9}{1.7} = 2.29 \quad (13)$$

Как видно из таблицы, наше решение полностью превосходит третье решение, как почти полностью превосходит и второе. Второе решение лишь превосходит наше по таким показателям, как «Удобство эксплуатации» и «универсальность», в то время как сильно проигрывает нашему решению по показателю «помехоустойчивость», что является главнейшим критерием.

### 3.2.3 SWOT-анализ

	<b>Сильные стороны:</b> С1. Большой реализуемый потенциал. С2. Высокая скорость работы С3. Уникальность разработки в пределах ТПУ. С4. Легкость корректировки проекта	<b>Слабые стороны:</b> Сл1. Участники проекта не имеют большого опыта участия в подобных проектах. Сл2. Отсутствие финансирования новых разработок. Сл3. Нет рекламы продукта
<b>Возможности:</b> В1. Оптимизация внутренних составляющих. В2. Возможность дальнейшего масштабирования проекта В3. Использование финансирования научной деятельности ТПУ	<b>Направления развития:</b> Н1. Привлечение финансирования ТПУ за счет наукоемкости и открытости разработки. Н2. Ввиду возможности легкой корректировки проекта есть способность гибко управлять возможностями устройства. Н3. Есть возможность масштабирования системы, возможность	<b>Сдерживающие факторы:</b> Сд1. Отсутствие опыта может сказаться на оптимизации проекта. Сд2. Отсутствие финансирования научных разработок приведет к использованию уже существующих наработок, которые могут оказаться не совсем подходящими.

	улучшения комплекса обратной связью и программной средой для автоматизации работы трансформатора.х	
<b>Угрозы:</b> У1. Санкции со стороны других государств У2. Прекращение финансирования и поддержки проекта. У3. Не оправдание возложенных функций. У4. Медлительность поставщиков компонентов У5. Недостаток человеческих ресурсов в сравнении с конкурентными решениями.	<b>Угрозы развития:</b> Уг1. Санкции со стороны других государств могут привести к закрытию источников поставки компонентов. Уг2. Прекращение финансирования ведет к закрытию проекта. Уг3. Ввиду неопытности исполнителей решение может не оправдать возложенных задач. Уг4. При неполадке одной из компоненты всей системы появляется высокий расход времени за счет медлительности поставщиков. Уг5. Недостаток человеческих ресурсов может негативно сказаться на конкурентноспособности решения ввиду медлительности модернизации.	<b>Уязвимости:</b> Уя1. Отсутствие опыта создания проектов на данную тему может привести к провалу проекта. Уя2. Отсутствие финансирования могут привести к прекращению поддержки руководителей разработки. Уя3. Медлительность поставщиков может негативно сказаться на терпении ожидания заказчика, вследствие чего есть угроза разрыва договора.

Из анализа можно сделать вывод, что необходимо повышать опыт работы в данной сфере разработки, а так же увеличить количество человеческих ресурсов, чтобы не отставать от конкурентов.

### 3.3 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Для оценки ресурсоэффективности разрабатываемого проекта, необходимо проанализировать возможные варианты проекта. Воспользуемся методом синтеза вариантов из особенностей морфологии проекта. Основные характеристики системы и их варианты приведены ниже (Таблица 3).

Таблица 3 – Морфологическая матрица

	1	2	3
А. База для проектирования	Аналоговая	Микроконтроллерная	ПЛИС
Б. Язык программирования	-	C	C++
В. Способ передачи	Оптика	Беспроводной	RS-232

В качестве базы для проектирования была выбрана макетная плата, рабочий вид сигнала – аналог. Выбор пал на аналоговый сигнал, потому как задача стоит простая, и использовать микроконтроллер или ПЛИС (а за ними – преобразование аналогового сигнала в цифровой) посчитали излишним. Ввиду отсутствия базы, которая требовала бы язык программирования, его тоже отбросим.

В качестве связи лучше выбрать оптоволоконный канал связи. Он обладает невероятными показателями помехоустойчивости в сравнении с RS-232, не говоря уже о беспроводной связи, которая страдает от любых радио- и электромагнитных наводок.

### 3.4 Планирование научно-исследовательских работ

В данном разделе идёт расчёт затрат на исследование и распределение работ.

### 3.4.1 Структура работ в рамках научного исследования

Процесс проведения работ в рамках научного исследования имеет определённую структуру и может быть разбит на этапы, которые включают в себя список работ и их исполнителей. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей приведены ниже (Таблица 4).

Таблица 4 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100%
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 20% И – 100%
Разработка календарного плана	НР, И	НР – 50% И – 50%
Обсуждение литературы	НР, И	НР – 10% И – 100%
Изучение применяемых технологий	И	И – 100%
Разработка печатной платы и сопроводительного ПО	НР, И	НР – 10% И – 100%
Постановка компьютерного эксперимента	И	И – 100%
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	И – 100%
Оформление графического материала (приложений)	И	И – 100%
Подведение итогов	НР, И	НР – 25% И – 100%

НР – Научный руководитель; И-Инженер-дипломник.

### 3.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Для определения трудоёмкости работ, необходимо оценить минимальное и максимальное затраченное на работу время. Произведём расчёт ожидаемой трудоёмкости это с помощью формулы (15).

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5} \quad (15)$$

где  $t_{ож\ i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел./дн.;

$t_{min\ i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, чел./дн.;

Учитывая, что исполнитель «Инженер-дипломник» один и задействован в каждой из перечисленных работ, ускорить работу за счёт распараллеливания не представляется возможным.

### 3.4.3 Разработка графика проведения научного исследования

Построим таблицу временных показателей научного исследования (Таблица 5). Для расчёта длительности работ в календарных днях рассчитаем коэффициент календарности (16)[24].

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 118} = 1.48 \quad (15)$$

Таблица 5 – Временные показатели научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ									Исполнитель		Длительность работ в рабочих днях			Длительность работ в календарных днях		
	$t_{min}$ , чел-дни			$t_{max}$ , чел-дни			$t_{ожi}$ , чел-дни					$T_{pi}$			$k_{кал}$		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Рук	Инж	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Составление и утверждение технического задания	5	5	5	6	6	6	5,4	5,4	5,4	+	+	5	5	5	7	4	4
Календарное планирование	2	2	2	3	3	3	2,4	2,4	2,4	+	+	2	2	2	3	3	3
Подбор и изучение материалов	9	9	9	12	12	12	10,2	10,2	10,2	+	+	10	10	10	15	15	15
Изучение существующих продуктов	2	2	2	3	3	3	2,4	2,4	2,4	-	+	2	2	2	3	3	3
Разработка алгоритма работы устройства	8	8	8	11	11	11	9,2	9,2	9,2	+	+	9	9	9	13	13	13
Проработка структурной и функциональной схемы	4	4	4	6	6	6	4,8	4,8	4,8	-	+	5	5	5	7	7	7
Подбор компонентов	6	6	6	8	8	8	6,8	6,8	6,8	+	+	7	7	7	10	10	10
Проектирование УГО и принципиальной схемы	6	6	6	13	13	13	8,8	8,8	8,8	+	+	9	9	9	13	13	13
Пайка схемы	10	10	10	15	15	15	12	12	12	-	+	12	12	12	18	18	18
Тестирование устройства, устранение ошибок	3	3	3	4	4	4	3,4	3,4	3,4	-	+	3	3	3	4	4	4
Оценка эффективности полученных результатов	5	5	5	6	6	6	5,4	5,4	5,4	-	+	5	5	5	7	7	7
Оценка целесообразности проведения дальнейших исследований по данной теме	2	2	2	3	3	3	2,4	2,4	2,4	+	+	2	2	2	3	3	3
Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	8	8	8	12	12	12	9,6	9,6	9,6	-	+	10	10	10	15	15	15
Итого инженер дипломник															118	118	118
Итого руководитель															64	64	64

#### **3.4.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)**

Расчет бюджета НТИ сводится к расчету материальных затрат, затрат на з/п руководителя и затрат на з/п инженера. При этом материальные затраты состоят только из расходных материалов и амортизации оборудования. Обе эти статьи будут учтены при расчете накладных расходов.

##### **3.4.4.1 Затраты на специальное оборудование**

Рассчитаем затраты на специальное оборудование и сведем все в таблицу 7:

Таблица 7 - Затраты на оборудование.

№	Наименование оборудования			Кол-во единиц оборудования			Цена единицы оборудования, руб.			Общая стоимость оборудования, руб.		
	исп1	исп2	исп3	исп1	исп2	исп3	исп1	исп2	исп3	исп1	исп2	исп3
1	Монтажная плата	Плис	Готовое устройство	1	1	1	250			250	12000	35000
2	ПНЧ/ПЧН	Кабель 2м	Блок питания	2	1	1	85			170	900	1200
3	Операционный усилитель	Блок питания		1	1		139			139	1200	
4	Оптрон			1			13			13		
5	Триггер Шмитта			1			60			60		
6	Конденсаторы			5			150			750		
7	Резисторы			17			35			595		
8	Клеммы питания			6			20			120		
<b>Итого</b>										<b>2097</b>	<b>14100</b>	<b>36200</b>



### **3.4.4.2 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования**

#### **Основная заработная плата**

Рассчитаем Средний оклад руководителя от ТПУ (профессор, д.т.н) составляет 28265 рубля (без учета районного коэффициента).

Оклад инженера дипломника составляет 11163 руб. (минимальный размер оплаты труда с 1 мая).

Рассчитаем среднедневную заработную плату рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot М}{F_{\text{д}}},$$

где  $З_{\text{м}}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$М$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня  $М = 11,2$  месяца при 5 дневной недели;

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

$F = (\text{дней в году} - \text{выходные дни} - \text{отпуск})$ ,

$F = (365 - 118 - 24) = 223$ .

Тогда зарплата дневная руководителя:

$$З_{\text{дн}} = \frac{28265 \cdot 11,2}{223} = 1419,59 \text{ руб.}$$

Зарплата дневная инженера дипломника:

$$З_{\text{дн}} = \frac{11163 \cdot 11,2}{223} = 560,65 \text{ руб.}$$

С учетом районного коэффициента зарплата руководителя:

$$З_{\text{дн}} = 1419,59 \cdot 1,3 = 1845,47 \text{ руб.}$$

С учетом районного коэффициента зарплата инженера-дипломника:

$$З_{\text{дн}} = 560,65 \cdot 1,3 = 728,85 \text{ руб.}$$

Посчитаем в таблице 8 оклад за отработанные дни:

Таблица 8 – Заработная плата за фактически отработанные дни

	Зарплата дневная инженер- дипломник	Отработанные дни инженера- дипломника	Итого зарплата инженера- дипломника	Зарплата дневная руководителя	Отработанные дни руководителя	Итого зарплата руководителя
Исп1	728,85	181	131860,31	1845,47	73	134719,31
Исп2		181	131860,31		73	134719,31
Исп3		146	106362,46		58	107037,26

### Дополнительная заработная плата

С учётом основной заработной платы, можно посчитать дополнительную заработную плату в размере 12 % от основной:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * З_{\text{осн.}}$$

Результаты внесем в таблицу 9:

Таблица 9 – Дополнительная заработная плата

	Зарплата основная инженер- дипломник	Зарплата основная руководителя	Коэффициент	Итого $З_{\text{доп}}$ инженер- дипломник	Итого $З_{\text{доп}}$ руководителя
Исп1	131860,31	134719,31	0,12	15823,24	16166,32
Исп2	131860,31	134719,31		15823,24	16166,32
Исп3	106362,46	107037,26		12763,49	12844,47

### Отчисления во внебюджетные фонды

Величину отчислений во внебюджетные фонды определяется как:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \text{ где}$$

$$k_{\text{внеб}} = 0,271.$$

Результаты внесем в таблицу:

Таблица 10 – Отчисления во внебюджетные фонды

	Зарплата основная +дополнительная инженер- дипломник	Зарплата основная + дополнительная руководителя	Коэффициент	Отчисления за инженера- дипломника	Отчисления за руководителя
Исп1	147683,55	150885,63	0,271	40022,24	40890,01
Исп2	147683,55	150885,63		40022,24	40890,01
Исп3	119125,95	119881,73		32283,13	32487,95

Научных и производственных командировок в данном исследовании не производилось. Контрагентные расходы отсутствуют.

### Материальные затраты

Материальные затраты учитываются с учетом количества использованной электроэнергии. Для юридических лиц стоимость 1 кВт/ч составляет 5,8 рублей. При умеренном пользовании компьютер средней мощности затрачивает 0,5 кВт в час. Паяльник 0,1 кВт в час. Лампочки и другие приборы 0,25 кВт в час. В стоимость включить стоимость канцтоваров  $Z_{\text{матк}} = 405,22$  руб., включающие стоимость бумаги и ручек[26].

$$Z_{\text{мат}} = M_{\text{д}} * \text{Драб} * 6 * 5,8 + Z_{\text{матк}}.$$

$$Z_{\text{мат}} = 0,5 + 0,1 + 0,25 \text{ кВт} * 181 \text{ дней} * 6 \text{ ч} * 5,8 \frac{\text{руб}}{\text{кВт} * \text{ч}} + 405,22 \text{ руб.} = 5759,2 \text{ руб.}$$

### Суммарные расходы

Бюджет затрат приведен в таблице 11:

Таблица 11 – Бюджет затрат по каждому исполнению НТИ

№	Наименование статьи:	Сумма руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Затраты на специальное оборудование	4999	8413	8517
2	Затраты по основной з/п	266579,62	266579,6	213399,7
3	Затраты по доп. з/п	31989,56	31989,56	25607,96
4	Отчисления во внебюджетные фонды	80912,25	80912,25	64771,08
5	Затраты на научные и производственные командировки	0	0	0
6	Контрагентские расходы	0	0	0
7	Материальные	5759,2	5759,2	5759,2

	затраты			
8	Накладные расходы 17% от статей 1-7	66340,7367	66921,12	54069,34
Итого:		390239,63	393653,63	318054,96

### 3.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Интегральный финансовый показатель рассчитывается как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}},$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Используя данные таблицы 13 получаем:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп1}} = \frac{390239,63}{393653,63} = 0,99,$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп2}} = \frac{393653,63}{393653,63} = 1,$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп3}} = \frac{318054,96}{393653,63} = 0,81.$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Сведем данные в таблицу 12:

Таблица 12 – Расчет интегральных показателей ресурсоэффективности

Критерии оценки	Вес	Баллы		
		Б1	Б2	Б3
Скорость работы	0,3	5	5	3
Универсальность	0,05	4	2	4
Удобство в эксплуатации	0,2	3	5	3
Простота эксплуатации	0,15	5	5	3
Энергоэкономичность	0,15	4	3	2
Потребность в ресурсах памяти	0,15	4	5	2
Итого	1	4,25	4,55	2,75

Сравнительная эффективность разработок приведена в таблице 13.

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{исп.1}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}^{исп.1}},$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{cp}$ ):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}$$

Таблица 13 – Сравнительная эффективность разработок

№ п /п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,99	1	0,81
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,25	4,55	2,75
3	Интегральный показатель эффективности	4,3	4,55	3,4
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,95	1	0,75

В итоге, был проведён анализ данной работы с точки зрения ресурсо- и финансовой эффективности; было рассмотрено 3 различных исполнения. Второе исполнение, несмотря на всю свою гибкость и универсальность не подходит под поставленную задачу, потому что не обладает самым важным критерием – помехоустойчивостью. Тем же не обладает и 3 исполнение.

## **4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

### **4.1 Введение**

Представление о понятии «Социальная ответственность» будущий специалист может получить из международного стандарта ISO 26000:2011 «Социальная ответственность организации».

В настоящем стандарте используются термины и определения, такие как:

Объектом дипломной работы являются работы направленные на изучение и создание устройства дистанционного управления РПН трансформатора:

- изучение литературы по проектированию устройств дистанционного контроля
- изучение применяемых технологий;
- применение технологий для решения задач предметной области;

Описанные выше работы проводятся в помещении, далее офис, находящемся на кафедре “Вычислительной техники”, десятого корпуса Томского Политехнического Университета, в аудитории 405.

### **4.2 Анализ выявленных вредных факторов рабочего помещения**

#### **4.2.1 Микроклимат рабочего помещения.**

**Микроклимат производственных (рабочих) помещений** – климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также интенсивности теплового излучения от нагретых поверхностей. Влажность воздуха – содержание в воздухе водяного пара. Абсолютная влажность  $W$  – масса водяного пара в 1 м<sup>3</sup> воздуха. Максимальная влажность  $F$  – масса водяного пара, который может насытить 1 м<sup>3</sup> воздуха при данной температуре. Относительная влажность  $R$  – это отношение абсолютной влажности к максимальной. Указанные параметры – каждый в отдельности и в совокупности –

оказывают значительное влияние на работоспособность человека, его самочувствие и здоровье. При определенных их значениях человек испытывает состояние теплового комфорта, что способствует повышению производительности труда, предупреждению простудных заболеваний. И, наоборот, неблагоприятные значения микроклиматических показателей могут стать причиной снижения производственных показателей в работе, привести к таким заболеваниям работающих как различные формы простуды, радикулит, хронический бронхит, тонзиллит и др.

Мероприятия по доведению микроклиматических показателей до нормативных значений включаются в комплексные планы предприятий по охране труда. Для создания благоприятных условий работы, соответствующих физиологическим потребностям человеческого организма, санитарные нормы устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия в рабочей зоне помещения (таблица 1.1 – 1.2) [2]. Также нормы учитывают категорию работ (легкая, средней тяжести, тяжёлая). В данном случае работа относится к категории **легкая** (1б).

**Таблица 1.1.** Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96)

Период года	Температура воздуха, С <sup>0</sup>	Температура поверхностей, С <sup>0</sup>	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	21 - 23	20 – 24	60-40	0,1
Теплый	23-25	22-26	60-40	0,1

**Таблица 1.2.** Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96)

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей,	Относительная влажность	Скорость движения воздуха, м/с
-------------	-------------------------	---------------------------	-------------------------	--------------------------------



	диап азон ниже оптималь ных величин	диапазон выше оптималь ных величин	°С	влажност ь воздуха, %	для диапазона температу р воздуха ниже оптимальн ых величин, не более	для диапазона температу р воздуха выше оптимальн ых величин, не более**
Холод ный	19,0- 20,9	23,1 - 24,0	18,0 - 25,0	15 - 75	0,1	0,2
Теплы й	20,0 - 21,9	24,1 - 28,0	19,0 - 29,0	15 - 75	0,1	0,3

### 1.2.2. Производственное освещение

Освещение – получение, распределение и использование световой энергии для обеспечения благоприятных условий видения предметов и объектов. Оно влияет на настроение и самочувствие, определяет эффективность труда. Нерационально организованное освещение может явиться причиной травматизма: плохо освещенные опасные зоны, слепящие источники света и блики от них, резкие тени и пульсации освещенности ухудшают видимость и могут вызвать неадекватное восприятие наблюдаемого объекта.

*Искусственное* освещение предусматривается в помещениях, в которых испытывается недостаток естественного света, а также для освещения помещения в те часы суток, когда естественная освещенность отсутствует. По принципу организации искусственное освещение можно разделить на два вида: общее и комбинированное.

*Общее* освещение предназначено для освещения всего помещения, оно может быть равномерным или локализованным. Общее равномерное освещение создает условия для выполнения работ в любом месте освещаемого пространства. При общем локализованном освещении светильники размещают в соответствии с расположением оборудования, что позволяет создавать повышенную освещенность на рабочих местах [3].

*Комбинированное* освещение состоит из общего и местного. Его целесообразно устраивать при работах высокой точности, а также при необходимости создания в процессе работы определенной направленности светового потока.

*Местное* освещение предназначено для освещения только рабочих поверхностей и не создает необходимой освещенности на прилегающих к ним участках. Оно может быть стационарным и переносным [3].

Размещение светильников в помещении определяется следующими размерами, м:

$H$  – высота помещения;

$h_c$  – расстояние светильников от перекрытия (свес);

$h_n = H - h_c$  – высота светильника над полом, высота подвеса;

$h_p$  – высота рабочей поверхности над полом;

$h = h_n - h_p$  – расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью.

В данном случае высота помещения  $H = 3.5$  м. Высота рабочей поверхности  $h_{rp} = 0,7$  м.

$L$  – расстояние между соседними светильниками или рядами [4].

$l$  – расстояние от крайних светильников или рядов до стены. Оптимальное расстояние  $l$  от крайнего ряда светильников до стены рекомендуется принимать равным  $L/3$  [4].

При равномерном размещении люминесцентных светильников последние располагаются обычно рядами – параллельно рядам оборудования. При высоких уровнях нормированной освещённости люминисцентные светильники обычно располагаются непрерывными рядами, для чего светильники сочленяются друг с другом торцами.

Выбираем светильник типа ОД 2-30, характеристика которого приведены в таблице 1.3.

**Таблица. 1.3.** Характеристика светильника ОД 2-30

Мощнос	Размеры, мм	Световой поток,
--------	-------------	-----------------

ть, Вт	Д лина	Ш ирина	В ысота	ЛМ
2 х 30	9 33	204	15 6	1800

Таким образом, в данном случае:

$$h_c = 0,156, H = 3,5, h_p = 0,7$$

$$h = h_n - h_p = H - h_c - h_p = 3,5 - 0,156 - 0,7 = 2,6 \text{ м}$$

Расстояние между светильниками L определяется как:

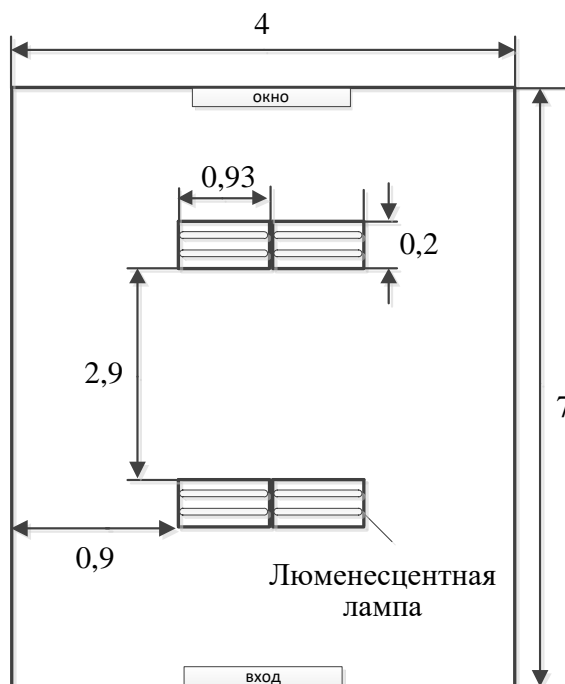
$$L = \lambda \cdot h, \text{ где } \lambda = 1.1.$$

Таким образом, расстояние в данном случае определяется, как

$$L = 1.1 \cdot 2,6 = 2,9 \text{ м.}$$

Соответственно рекомендуемое расстояние от стен до крайнего ряда светильников определяется как  $l = 2,6/3 = 0.9 \text{ м}$

На рис. 1.1. представлен план размещения общего освещения относительно рабочего места с соответствующими размерами (в метрах).



**Рис.1.1.** План размещения общего освещения (вид сверху)

Согласно СНиП 23-05-95 [3] норма освещённости для рассматриваемого рабочего места составляет 150 Лк.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Световой поток лампы накаливания или группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi = E_n \cdot S \cdot K_z \cdot Z \cdot 100 / (n \cdot \eta),$$

где  $E_n$  – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, лк;

$S$  – площадь освещаемого помещения, м<sup>2</sup>;

$K_z$  – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т.е. отражающих поверхностей), (наличие в атмосфере цеха дыма), пыли;

$Z$  – коэффициент неравномерности освещения, отношение  $E_{cp}/E_{min}$ . Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

$n$  – число светильников;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока, %.

Индекс помещения определяется по формуле

$$i = S / h(A+B),$$

где  $h$  – допустимая высота подвеса светильников с люминесцентными лампами;

$A$  – ширина;

$B$  – длина.

Помещение имеет длину  $A=4$ м, ширина  $B=7$ м, высота  $h=2,6$  м. Требуется создать освещение  $E=150$  лк. Коэффициент отражения светлых стен  $\rho_c = 50\%$ , светлого потолка  $\rho_n = 70\%$ . Коэффициент запаса  $K_z=1,5$ , коэффициент неравномерности  $Z = 1,1$  [4].

В каждом ряду можно установить 2 светильника типа ОД 2-30 мощностью 30 Вт [4]. Учитывая, что в каждом светильнике установлено 2 лампы, общее число ламп в помещении  $N=8$ .

Находим индекс помещения

$$S = 28, h = 2,6, A = 4, B = 7$$

$$i = 28/2,6 \cdot (4+7) = 0,97$$

Определяем коэффициент использования светового потока [4]:

$$\eta=0,49.$$

$$\Phi = \frac{150 \cdot 28 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{8 \cdot 0,49} = 1767 \text{ Лм.}$$

Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

Выбираем стандартную лампу ОД 30 Вт с потоком 1800 лм (таблица 5.3). Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{с.станд}}} 100\% \leq \pm 20\% = -10\% \leq 15\% \leq \pm 20\%$$

Условие выполняется.

Определяем электрическую мощность осветительной установки

$$P = 8 \cdot 30 = 240 \text{ Вт.}$$

### 1.2.3. Производственные шумы

Шум - это совокупность различных звуков, возникающих в процессе производства и неблагоприятно воздействующих на организм. Это понятие обычно рассматривается с точки зрения экологии и медицины, то есть как угрозу жизнедеятельности, а не как фактор, мешающий работе, потому что постоянное его воздействие может принести непоправимый вред здоровью. Традиционно, рабочий шум был постоянной опасностью для работников, занятых в сфере тяжёлой промышленности и ассоциировался только с ухудшением слуха. Современные понятия охраны труда рассматривают шум как угрозу безопасности и здоровью работников многих профессий по различным причинам.

Шум может привести к нарушениям слуха (в случае постоянного нахождения при шуме более 85 децибел(dB)), может являться фактором стресса и повысить систолическое кровяное давление.

Дополнительно, он может способствовать несчастным случаям, маскируя предупреждающие сигналы и мешая сконцентрироваться.

Нормативным документом, регламентирующим уровни шума для различных категорий рабочих мест служебных помещений является ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» [5].

Помещения, в которых для работы используются ПК не должны граничить с помещениями, в которых уровни шума превышают нормируемые значения.

В помещениях, оборудованных ПК, которые являются основным источником шума при выполнении данных видов работ, уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБА [5].

При разработке технологических процессов, проектировании, изготовлении и эксплуатации машин, производственных зданий и сооружений, а также при организации рабочего места следует принимать все необходимые меры по снижению шума, воздействующего на человека на рабочих местах:

- применение шумобезопасной техники;
- использование средств и методов коллективной защиты по ГОСТ 12.1.029 - 80;
- применением средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051-78.
- зоны с уровнем звука или эквивалентным уровнем звука выше 85 дБ А должны быть обозначены знаками безопасности по ГОСТ 12.4.026—76. Работающих в этих зонах администрация обязана снабжать средствами индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051—78.

## **4.3 Анализ выявленных опасных факторов рабочего помещения**

### **4.3.1 Электробезопасность**

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного для жизни воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества [7].

Опасное и вредное воздействия на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляются в виде электротравм и профессиональных заболеваний.

Степень опасного и вредного воздействия на человека электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей зависит от:

- рода и величины напряжения и тока;
- частоты электрического тока;
- пути тока через тело человека;
- продолжительности воздействия электрического тока или электромагнитного поля на организм человека;
- условий внешней среды.

Нормы на допустимые токи и напряжения прикосновения в электроустановках должны устанавливаться в соответствии с предельно допустимыми уровнями воздействия на человека токов и напряжений прикосновения и утверждаться в установленном порядке.

Электробезопасность должна обеспечиваться:

- конструкцией электроустановок;
- техническими способами и средствами защиты;
- организационными и техническими мероприятиями.

Электроустановки и их части должны быть выполнены таким образом, чтобы работающие не подвергались опасным и вредным

воздействиям электрического тока и электромагнитных полей, и соответствовать требованиям электробезопасности.

Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходимо применять следующие способы и средства [7,8]:

- защитные оболочки и ограждения (временные или стационарные);
- безопасное расположение токоведущих частей и их изоляция (рабочая, дополнительная, усиленная, двойная);
- изоляция рабочего места;
- малое напряжение;
- защитное отключение;
- предупредительная сигнализация, блокировка, знаки безопасности.

Перед началом работы следует убедиться в отсутствии свешивающихся со стола или висящих под столом проводов электропитания, в целостности вилки и провода электропитания, в отсутствии видимых повреждений аппаратуры и рабочей мебели.

Токи статического электричества, наведенные в процессе работы компьютера на корпусах монитора, системного блока и клавиатуры, могут приводить к разрядам при прикосновении к этим элементам. Такие разряды опасности для человека не представляют, но могут привести к выходу из строя компьютера. Для снижения величин токов статического электричества используются нейтрализаторы, местное и общее увлажнение воздуха, использование покрытия полов с антистатической пропиткой.

#### **4.3.2 Пожарная безопасность**

Пожарная безопасность – комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на



предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также на создание условий для успешного тушения пожара [9].

Рабочее помещение, в котором производится работа по выполнению ВКР по пожарной и взрывной опасности относят к категории Г (умеренная пожароопасность).

К противопожарным мероприятиям в помещении относят следующие мероприятия:

1) помещение должно быть оборудовано: средствами тушения пожара (огнетушителями, ящиком с песком, стендом с противопожарным инвентарем); средствами связи; должна быть исправна электрическая проводка осветительных приборов и электрооборудования.

2) каждый сотрудник должен знать место нахождения средств пожаротушения и средств связи; помнить номера телефонов для сообщения о пожаре; уметь пользоваться средствами пожаротушения.

Помещение обеспечено средствами пожаротушения в соответствии с нормами [9]:

- 1) пенный огнетушитель ОП-10 – 1 шт.
- 2) углекислотный огнетушитель ОУ-5 – 1 шт.

При невозможности самостоятельно потушить пожар необходимо вызвать пожарную команду, после чего поставить в известность о случившемся инженера по техники безопасности.

Вынужденная эвакуация при пожаре протекает в условиях нарастающего действия опасных факторов пожара. Кратковременность процесса вынужденной эвакуации достигается устройством эвакуационных путей и выходов, число, размеры и конструктивно-плановочные решения которых регламентированы строительными нормами СНиП 2.01.02-85.

Помещение и этаж оборудованы следующими средствами оповещения:

- световая индикация в коридорах этажа;
- звуковая индикация в виде громкоговорителя;
- пассивными датчиками задымленности.

#### **4.4 Охрана окружающей среды**

Охрана окружающей среды сводится к устранению отходов бытового мусора и отходам жизнедеятельности человека. В случае выхода из строя ПК, они списываются и отправляются на специальный склад, который при необходимости принимает меры по утилизации списанной техники и комплектующих [10].

На сегодняшний день одним из самых распространенных источников ртутного загрязнения являются вышедшие из эксплуатации люминесцентные лампы. Каждая такая лампа, кроме стекла и алюминия, содержит около 60 мг ртути. Поэтому отслужившие свой срок люминесцентные лампы, а также другие приборы, содержащие ртуть, представляют собой опасный источник токсичных веществ.

В целом, утилизация ламп предполагает передачу использованных ламп предприятиям – переработчикам, которые с помощью специального оборудования перерабатывают вредные лампы в безвредное сырье – сорбент, которое в последующем используют в качестве материала для производства, например тротуарной плитки.

Отработанные люминесцентные лампы, согласно Классификатору отходов ДК 005-96, утвержденному приказом Госстандарта № 89 от 29.02.96 г., относятся к отходам, которые сортируются и собираются отдельно, поэтому утилизация люминесцентных ламп и их хранение должны отвечать определенным требованиям.

Хранение и удаление отходов (в данном случае - люминесцентных ламп) осуществляются в соответствии с требованиями экологической безопасности согласно ГСанПин 2.2.7.029-99 наполнения тару с отходами закрывают герметически стальной крышкой, при необходимости

заваривают и передают по договору специализированным предприятиям, имеющим лицензию на их утилизацию.

#### **4.5 Защита в чрезвычайных ситуациях**

В данном случае на объекте (офис) могут возникать чрезвычайные ситуации (ЧС) следующего характера:

- техногенные;
- экологические;
- природные.

Наиболее типичной ЧС для помещения, котором производится выполнение ВКР, является пожар. Данная ЧС может произойти в случае замыкания электропроводки оборудования, обрыву проводов, не соблюдению мер пожаробезопасности и т.д.

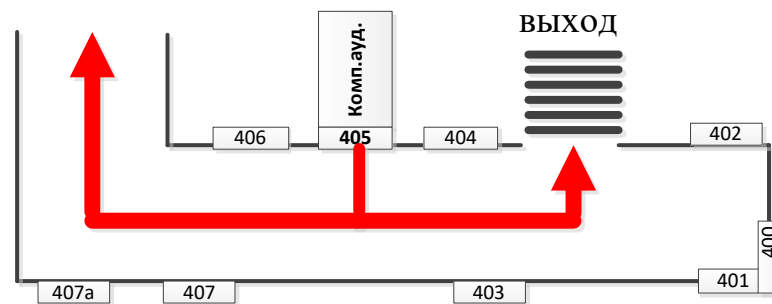
Для того что бы избежать возникновения пожара необходимо проводить следующие профилактические работы, направленные на устранение возможных источников возникновения пожара:

- периодическая проверка проводки;
- отключение оборудования при покидании рабочего места;
- проведение инструктажа работников о пожаробезопасности.

Для того что бы увеличить устойчивость офисного помещения к ЧС необходимо устанавливать системы противопожарной сигнализации, реагирующие на дым и другие продукты горения, установка огнетушителей, обеспечить офис и проинструктировать рабочих о плане эвакуации из офиса, а так же назначить ответственных за эти мероприятия. Два раза в год (в летний и зимний период) проводить учебные тревоги для отработки действий при пожаре. В ходе осмотра офисного помещения были выявлены системы, сигнализирующие о наличие пожара или задымленности помещения и наличие огнетушителей.

В случае возникновения ЧС как пожар, необходимо предпринять меры по эвакуации персонала из офисного помещения в соответствии с

планом эвакуации (рисунок 1.2). При отсутствии прямых угроз здоровью и жизни произвести попытку тушения возникшего возгорания огнетушителем. В случае потери контроля над пожаром, необходимо эвакуироваться вслед за сотрудниками по плану эвакуации и ждать приезда специалистов, пожарников. При возникновении пожара должна сработать система пожаротушения, издав предупредительные сигналы, и передав на пункт пожарной станции сигнал о ЧС, в случае если система не сработала, по каким либо причинам, необходимо самостоятельно произвести вызов пожарной службы по телефону 101, сообщить место возникновения ЧС и ожидать приезда специалистов.



**Рис. 1.2.** План эвакуации

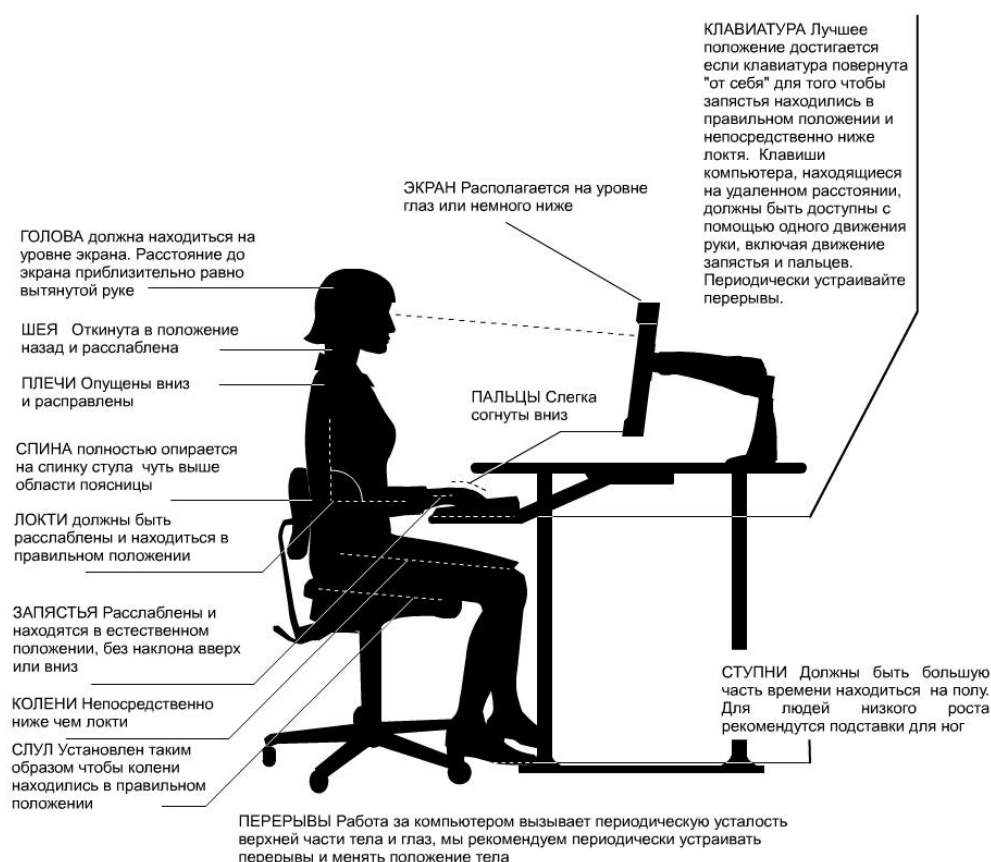
#### **4.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Требования к организации рабочих мест пользователей:

- Рабочее место должно быть организовано с учетом эргономических требований согласно ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» [11] и ГОСТ 12.2.061-81 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам» [12];
- Конструкция рабочей мебели (рабочий стол, кресло, подставка для ног) должна обеспечивать возможность индивидуальной регулировки соответственно росту пользователя и создавать удобную позу для работы. Вокруг ПК должно быть обеспечено свободное пространство не менее 60-120см;

- На уровне экрана должен быть установлен оригинал-держатель.

На рис. 1.3. схематично представлены требования к рабочему месту



**Рис.1.3. Организация рабочего места**

В соответствии с государственными стандартами и правовыми нормами обеспечения безопасности предусмотрена рациональная организация труда в течение смены, которая предусматривает:

- длительность рабочей смены не более 8 часов;
- установление двух регламентируемых перерывов (не менее 20 минут после 1-2 часов работы, не менее 30 минут после 2 часов работы);
- обеденный перерыв не менее 40 минут.

Обязательно предусмотрен предварительный медосмотр при приеме на работу и периодические медосмотры.

Каждый сотрудник должен пройти инструктаж по технике безопасности перед приемом на работу и в дальнейшем, должен быть пройден инструктаж по электробезопасности и охране труда.



## 5 СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Преобразователи напряжение-частота [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.kit-e.ru/articles/dac/2000\\_07\\_38.php](http://www.kit-e.ru/articles/dac/2000_07_38.php) [Дата обращения 4.01.18]
2. Оптроны и их применение [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://electricalschool.info/main/drugoe/657-optrony.html> [Дата обращения 4.01.18]
3. ADA4522-1 datasheet [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADA4522-1\\_4522-2\\_4522-4.pdf](http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADA4522-1_4522-2_4522-4.pdf) [Дата обращения 18.12.17]
4. LMx31x datasheet [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm331.pdf> [Дата обращения 18.12.17]
5. CD74HC14 datasheet [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/cd74hc14.pdf> [Дата обращения 18.12.17]
6. 4N35 datasheet [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://static.chipdip.ru/lib/550/DOC001550012.pdf> [Дата обращения 18.12.17]
7. LTV817 datasheet [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://static.chipdip.ru/lib/224/DOC000224974.pdf> [Дата обращения 18.12.17]
8. Технические данные и принцип работы основных типов РПН [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://leg.co.ua/transformatori/praktika/tehnicheskie-dannye-i-princip-raboty-osnovnyh-tipov-rpn.html> [Дата обращения 12.04.18]
9. Рожкова Л. Д., Козулин В. С. Электрооборудование станций и подстанций: Учебник для техникумов. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1987. — 648 с.: ил. ББК 31.277.1 Р63
10. Трансформатор - устройство и принцип работы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://electroandi.ru/elektromagnitnye->

- ustrojstva/transformator-ustrojstvo-i-printsip-raboty.html\_\_\_\_\_ [Дата обращения 12.04.18]
- 11.Трехобмоточный трансформатор. Расчет трехобмоточного трансформатора. Схема трехобмоточного трансформатора. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.mtomd.info/archives/2412\\_](http://www.mtomd.info/archives/2412_) [Дата обращения 12.04.18]
  - 12.«Сириус-2-РН». [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.ep.ru/product/radius\\_a\\_13.php](http://www.ep.ru/product/radius_a_13.php) [Дата обращения 12.04.18]
  - 13.Оптоволоконный кабель [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://velib.com/read\\_book/vatamanjuk\\_aleksandr\\_ivanovich/sozдание\\_o\\_bsluzhivanie\\_i\\_administrirovanie\\_setejj\\_na\\_100/chast\\_1\\_teoreticheskie\\_svedenija\\_o\\_setjakh/glava\\_5\\_sreda\\_peredachi\\_dannykh/optovolokonnyjj\\_kabel](http://velib.com/read_book/vatamanjuk_aleksandr_ivanovich/sozдание_o_bsluzhivanie_i_administrirovanie_setejj_na_100/chast_1_teoreticheskie_svedenija_o_setjakh/glava_5_sreda_peredachi_dannykh/optovolokonnyjj_kabel) [Дата обращения 12.04.18]
  - 14.THE FUTURE OF EMPLOYMENT: HOW SUSCEPTIBLE ARE JOBS TO COMPUTERISATION// Статья – 2013. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf) [Дата обращения: 19.05.18]
  - 15.Производственный календарь на 2018 год// Статья – 2017. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.garant.ru/calendar/buhpravo/> [Дата обращения: 20.05.18]
  - 16.Международный стандарт «Социальная ответственность организации. Требования». 2011. URL: <http://www.trud22.ru/partner/socotvrab/standart/> (дата обращения 11.03.2015)
  - 17.СанПиН 2.2.4.548-96. «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
  - 18.СНиП 23-05-95. «Естественное и искусственное освещение».

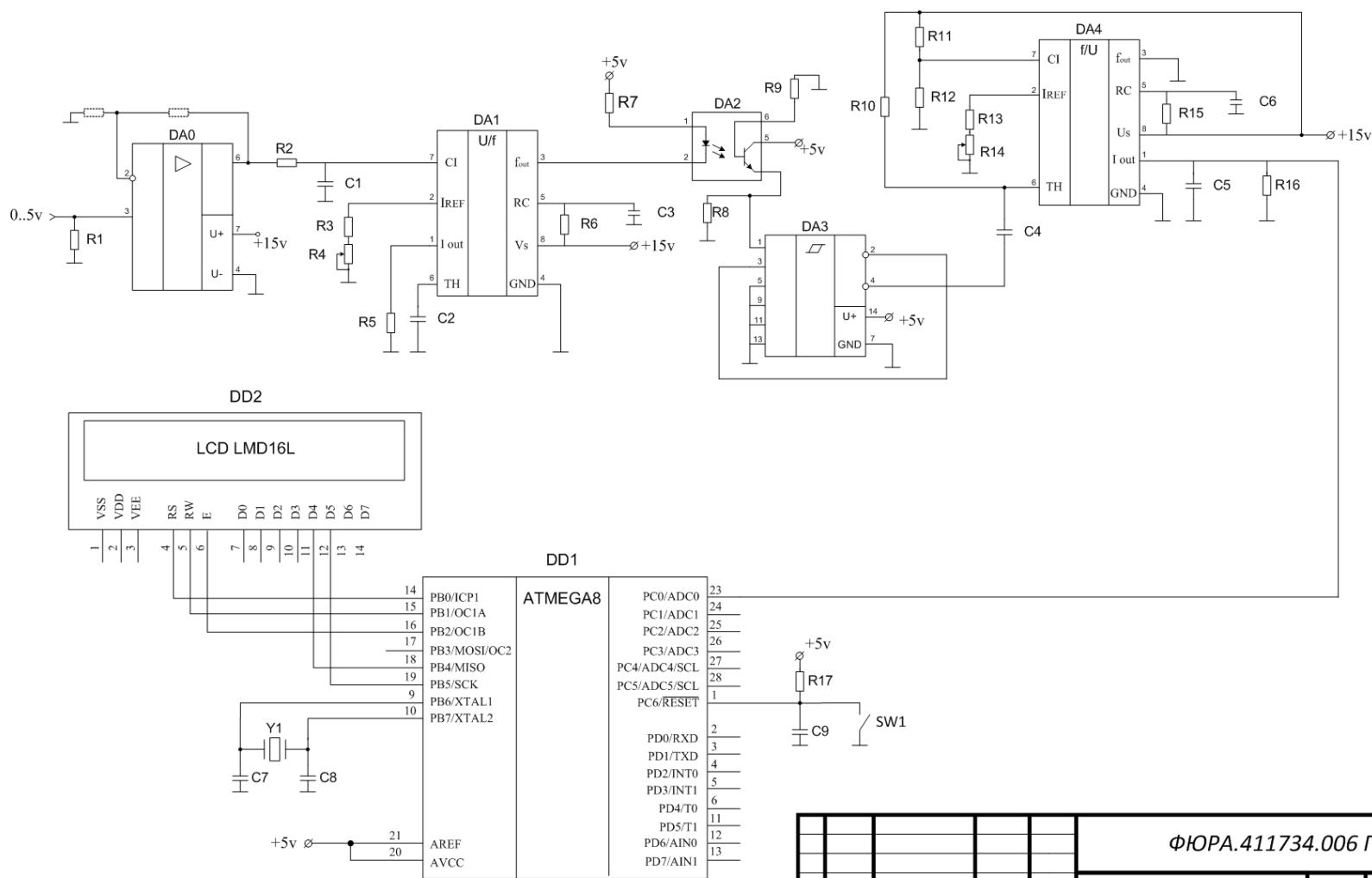


- 19.Расчёт искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех специальностей. Томск. 2008 г. 12 с.
- 20.ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности».
- 21.СанПиН 2.2.4.1191-03. «Электромагнитные поля в производственных условиях».
- 22.ГОСТ 12.1.009-76 «Электробезопасность. Термины и определения»
- 23.ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».
- 24.СНиП 21-01-97. «Пожарная безопасность зданий и сооружений».
- 25.ГОСТ 17.4.3.04-85. «Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения».
- 26.ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»
- 27.ГОСТ 12.2.061-81 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам»

## 6 ПРИЛОЖЕНИЕ А.

Обозначение					Наименование					кол
					Аналоговые микросхемы					
DA0					ADA4522-1					1
DA1, DA4					LM231					2
DA2					4N35					1
DA3					CD74HC14					1
					Цифровые микросхемы					
DD1					ATMEGA8					1
DD2					LMD16L					1
					Резисторы					
R1, R2, R5, R9, R16					CF-25 – 100K Ом ± 5%					5
R11, R17					CF-25 – 10K Ом ± 5%					2
R3, R13					CF-25 – 12K Ом ± 5%					2
R6, R15					CF-25 – 6.81K Ом ± 5%					2
R8					CF-25 – 1K Ом ± 5%					1
R12					CF-25 – 68.1K Ом ± 5%					1
R7					CF-25 – 499 Ом ± 5%					1
					Потенциометры					
R4, R14					P16NP473KAB15 - 20K Ом ± 10%					2
					ФЮРА.411734.006 ПЗ					
Изм	код	№ докум.			Перечень элементов принципиальной схемы			Лит	Масса	Масштаб
Разраб.		Прокопюк М.Ю.						у		
Проверил		Ким В.Л.								
Т. контр.										
Н. контр.										
Утв.		Ким В.Л.						Лист 2	Листов 3	
								ТПУ ИШИТР Группа 8В4А		

Обозначение					Наименование					кол	
					Конденсаторы						
C1, C9					K50-35 – 0.1 мкФ ± 10%					2	
C3, C6					K50-35 – 0.01 мкФ ± 10%					2	
C4					K50-35 – 6800 мкФ ± 10%					1	
C5					K50-35 – 1 мкФ ± 10%					2	
C7, C8					K10-17Б – 22 пФ ± 5%					2	
					Кварцевые резонаторы						
Y6					9B-4.000MAAJ-B					1	
					Кнопки						
SW1					PS850L					1	



					ФЮРА.411734.006 ПЗ					
					Схема электрическая Принципиальная Система удаленного управления РПН тр-ра	Лит		Масса	Масштаб	
Изм	код	№ докум.				у				
Разраб.	Прокоткин М.Ю.									
Проверил	Ким В.Л.									
Т. контр.										
						Лист 1		Листов 3		
Н. контр.						ТПУ ИШИТР				
						Группа 8В4А				

## 7 ПРИЛОЖЕНИЕ Б.

```
#include <delay.h>
#include <stdio.h>

char string[10];

void main(void)
{
    int data; // Переменная для хранения данных выборки. int так
    как регистр 10 разрядов.
    float V; // Переменная для выводимого значения. float так
    как у нас точность до 2 знаков.

    ACSR=0x80;
    SFIOR=0x00;

    ADMUX=0; // Первая строка, № порта.
    ADCSR=0x85; // Вторая строка настройка АЦП.

    lcd_init(16);
    lcd_putsf("Voltage lvl"); // Выводим запись

    while (1)
    {
        delay_ms(20); // Задаем задержку в 20 миллисекунд
        ADCSR |= 0x40; // Записываем 1 в ADSC
        data = ADCW; // Вычитываем значение
        V = (float) data*0.0048828; // Переводим в вольты
        sprintf(string, "Data: %1.2f", V); // форматируем
        lcd_gotoxy(0,1); // Выставляем курсор
        lcd_puts(string); // Выводим значение
    };
}
```

